

DWUMIESIĘCZNIK • Tom XCIII • NUMER 1/2022 (817)

# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII



CENA 18,90 Zł w tym 8% VAT

## TAJEMNICE DYSKU Z NEBRY

W PREZENCIE:

plakat z „rozkładem  
jazdy” planet w 2022 r.



## PLANETY, GWIAZDY, GALAKTYKI

ZDUMIEWAJĄCA GALERIA ZDJĘĆ

NAJOSOBLIWSZE GLOBY POZASŁONECZNE

NOWE MISJE POLSA

ISSN 1689-6009 indeks 401323



9 771689 600508



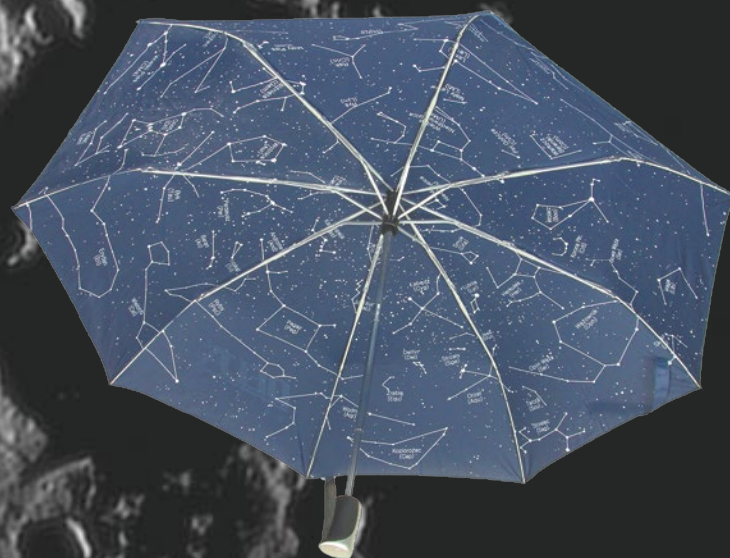
# Propozycje ze sklepu URANII

[www.urania.edu.pl/zakladka,,sklep](http://www.urania.edu.pl/zakladka,,sklep)



## Rarytas z najwyższej półki!

Wielkie dzieło byłego Redaktora Naczelnego Uranii. „Historia fizyki w Polsce” została wyróżniona prestiżową Nagrodą im. Jędrzejewicza (szczegóły w następnym numerze)



## Skromny wydatek — wielka korzyść!

Współczesna kosmologia i astrofizyka na poważnie i w anegdocie

Jedyny na świecie parasol Uranii i Astronarium z mapą nieba  
**Każdy się ucieszy!**



Gry, puzzle i inne drobiazgi dla dzieci

# Urania nasza Muza



**Dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba**

**512** lat temu w słynnej „Szkołe Ateńskiej” Rafael Santi umieścił jedną, jedyną kobietę. To zapewne Hypatia. Mistrz wielkiego wyboru nie miał! Identyfikacji innych osób na obrazie jednak nie ułatwił, często przypisując starożytnym matematykom i filozofom twarze współczesnych malarzowi sław. Do końca więc trudno powiedzieć, na ile to „szkoła” grecka, a na ile włoska.

Gdyby dziś — co za samochwała! — za odpowiednik obrazu Rafaela przyjąć program Astronarium jako obraz „polskiej szkoły astronomii”, astronomek jest tam bez liku. Takie czasy! Nawet na olimpiadzie wydarzyła się rzecz bezprecedensowa. Od lat moją ulubioną grą zespołową jest kobiecy hokej na lodzie. Całkowicie, w przeciwieństwie do np. siatkówki plażowej, pozbawiony seksizmu i w dodatku widać krążek! Przynajmniej do tej pory. Skazane na porażkę z Amerykankami Finki strzeliły gola! Nikt go nie widział! Ani sędzie (sędziny?), ani bramkarka, ani kibice, ani nawet strzelczynie gola! Dopiero podgląd video ujawnił krążek w siatce, a pod kaskami tych niezwykłych sportsmenek pot, łzy i... nienaganny makijaż.

Hypatii, jako ikonie kobiecości, mądrości, ale też cierpienia, poświęcono hollywoodzką produkcję „Agora”. Film przypomina prawdę czy mit, że ta aleksandryjska geniuszka nie tylko rozważała heliocentryzm, ale też eliptyczność orbit. Byłaby więc raczej poprzedniczką Keplera niż Kopernika. Rafael mógł o tym nie wiedzieć, bo umieścił ją z dala od prawego dolnego rogu obrazu. Znajdziemy tam czwórkę zatopionych w dyskusji postaci. Czasem mówią na nich — kącik uczonych. Oto geograf z globusem w dłoni, astronom ze sferą niebieską i młodzieniec z rozpaloną twarzą samego Rafaela, schowany za starszym towarzyszem, obleczonym w gruby, biały płaszcz. Jak zauważył jeden z moich studentów — odzienie wskazujące ludzi z dalekiej i mroźnej północy. Na tych obrazach nic nie było przypadkowe.



Zdumiewającą interpretacją tej grupy przedstawił kilkanaście lat temu niemiecki filozof Frank Keim z Uniwersytetu w Ulm, rozpoznając w grubo ubranej postaci samego Mikołaja Kopernika. Faktycznie, był 10 lat starszy od malarza. Powinni się znać, wszak blisko osiem lat 1496–1503 Mikołaj spędził w Italii, wpisując się tam w sam środek elity intelektualnej ówczesnego renesansu. Wszyscy musieli się tam znać!

Zdaniem Keima to spór o geocentryczny i heliocentryczny model Wszechświata. Ziemski globus — co do tego nie ma większych sporów — trzyma ukazany od tyłu (zmierech epoki?) Ptolomeusz. Kto zatem dzierży sferę gwiazd stałych z ukrytym zapewne wewnątrz Słońcem? Szata, czapka i broda nie budzą wątpliwości. To uczony

ze Wschodu! Warto dziś przypominać, że to arabska nauka z kręgu kultury islamu przechowała i rozwinęła astronomię Greków poprzez mroki średniowiecza. Absurdalne interpretacje, że to Zaratustra, latami nie dawały mi spokoju! Ale już wiem! To Ibn al-Shatir, pisany bardzo różnie od „Abu al-Ḥasan Alā’ al-Dīn ‘Alī ibn Ibrāhīm al-Ansari” aż do swojskiego „Ibn Asz-Szatir”. Dobrze sprawdzić daty urodzin i śmierci 1304–1375, by nie pomylić go z kimś innym. To jeden z największych uczonych tych czasów. To od niego przejął i zastosował Kopernik model matematyczny rozwinięcia ruchu okresowego w trzelementowy szereg... Fouriera. Zachwycał się tym — z właściwą sobie przesadą — Zonn przed półwieczem. Ciekawostką niech też będzie, że głównym źródłem pomysłu była teoria ruchu... Księżycy, a więc geocentryczna, aż do sedna geocentryczności! Ale zostawmy szczegóły na kolejną okazję. Będzie ich sporo. Wszak za rok — Rok Kopernika!

**Ibn al-Shatir (1304–1375) to jeden z największych uczonych tych czasów.**

Kopernik ten elegancki, dwuepicyklowy model, jednakowy dla wszystkich planet, niestety zarzucił i w *De revolutionibus* wrócił do starych ptolemejskich przyzwoiczajeń. Przebłysk geniuszu odnotował w krótkim tzw. *Komentarzyku* (*Commentaliorus*), mającym swoje źródło w tyglu włoskiego renesansu. Czyżby zasygnalizował to Rafael, ubierając twórców matematycznego heliocentryzmu, Hypatię, Ibn al-Shatira i Kopernika w śnieżnobiałe szaty? No cóż, wszak Kopernik była kobietą...

Toruń, 19 lutego 2022 r.

Maciej Mikołajewski



# Dawno temu w... „Uranii”



## Układy planetarne wokół gwiazd

Na temat „wielości światów zamieszkałych” wiele już pisano i dyskutowano, obracając się jednak zawsze jedynie w obrębie przypuszczeń, analogii i prawdopodobieństwa. Realnych dowodów istnienia wokół innych gwiazd systemów planetarnych, które z natury rzeczy były zawsze podłożem tego rodzaju rozważań, nie udało się jeszcze dotychczas uzyskać. Nic w tym dziwnego, skoro niemal jedynym pośrednikiem, który przynosi nam jakiegokolwiek wiadomości z odległych gwiazd, jest ich światło, a światło emitowane przez planety, jako niezwykle nagle wobec blasku gwiazd, w tych odległościach, o które tu idzie, jest nawet przy pomocy najpotężniejszych współczesnych narzędzi zupełnie niedostępne. Np. blask największej planety naszego układu, Jowisza, jest prawie miliard razy słabszy od blasku Słońca, gdyby Jowisz okrążył najbliższą gwiazdę, alfa Centaura, miałby — oglądany z Ziemi — jasność pozorną 22-giej wielkości, czyli pozostałby poza możliwościami naszych środków optycznych zwłaszcza, że okrążyłby swą gwiazdę centralną w odległości kątownej 4°, a więc tonąłby najzupełniej w przeważającym jej blasku. Dla innych dalszych gwiazd stosunki te układają się o wiele gorzej.

Istnieje jednak jeszcze inna właściwość materii, która ujawnia jej obecność, choćby to nawet była materia ciemna, jak w wypadku planet. Własnością tą jest siła grawitacyjna wszelkiej materii, działająca na wszystkie ciała sąsiednie, O ile idzie o planety o dużej masie, okrążające bliskie nam gwiazdy, to wpływ ich masy winien się ujawnić w bardzo drobnych eliptycznych ruchach samych gwiazd, „wodzonych na pasku” sił grawitacyjnych planet. I takich to subtelnych dyskusji dostrzeżeń z ostatnich lat 30-tu dokonano przed dwoma laty w obserwatoriach amerykańskich, obliczając z nich, że następujące gwiazdy: 61 Cygni, 70 Ophiuchi oraz 1244 Cincinnati, posiadają masywnych niewidocznych towarzyszy, o masach odpowiednio: 16, 12 i 30 razy większych od masy Jowisza. Najwyraźniej idzie tu o wielkie planety, które, okrążając te gwiazdy, ujawniają się w sposób pośredni naszym obserwacjom. Planeta, okrążająca gwiazdę 70 Ophiuchi, dokonywa jednego obiegu w ciągu 1.7 lat, W wymienionych wypadkach mamy tu do czynienia z gwiazdami bliskimi, u których takie drobne ruchy na sferze niebieskiej są dostępne naszym pomiarom. Np. gwiazda 61 Cygni, widoczna nawet gołym okiem (jasność pozorna

# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

listopad-grudzień 2021

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „Uranii” (ISSN 0042-0794) – dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, istniejącego od 1919 r. i „Postępów Astronomii” (ISSN 0032-5414) – dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Multimediatalnym odłamem czasopisma jest portal internetowy [urania.edu.pl](http://urania.edu.pl) oraz konta „Uranii” w mediach społecznościowych

Nakład: 3200 egz.

### Kolegium redakcyjne:

Włodzisław Bykowski, Krzysztof Czart (red. naczelny portalu), Jacek Drązkowski (grafika, skład), Kuba Garwoła, Agnieszka Górską-Pukownik (sekretariat, logistyka), Sylwester Kołomański, Elżbieta Kuligowska (sekretarz redakcji), Maciej Mikołajewski (red. naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber

### Stale współpracują:

Ryszard Biernikowicz, Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Paweł Z. Grochowalski, Jerzy Kuczyński, Mikołaj Sabat, Marek Substyk, Robert Szaj, Łukasz Woźniak

### Korekta językowa:

Bożena Wyrzykowska

### Koncepcja graficzna pisma:

Joanna Dobkowska

### Redaktorzy i współpracownicy portalu:

Krzysztof Czart (redaktor naczelny), Ryszard Biernikowicz, Włodzisław Bykowski, Agnieszka Górską-Pukownik, Rafał Grabiański, Paweł Z. Grochowalski, Elżbieta Kuligowska, Tomasz Majerowicz, Piotr Majewski, Joanna Malenda-Zakowicz, Agnieszka Nowak, Gabriela Opita, Bogumił Radajewski, Sebastian Soberski, Joanna Waliszewska

### Korekta językowa portalu:

Daria Andrzejewska, Izabela Dębska, Marek Misiak, Magdalena Świerczek-Grybos

### Adres Redakcji:

Urania, Instytut Astronomii UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń  
tel. 600 663 640 Sekretariat (godz. 10–16), tel. 509 44 17 17 Redaktor Naczelny,  
tel. 507 822 010 Sekretarz Redakcji, e-mail: [redakcja@urania.edu.pl](mailto:redakcja@urania.edu.pl)

### Adres WWW:

<https://www.urania.edu.pl>

### Dystrybucja:

Agnieszka Górską-Pukownik, tel. 600 663 640 (godz. 10–16)  
e-mail: [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl)

Cena Uranii w prenumeracie 14 zł. Prenumerata roczna 84 zł

**Bank Millennium S.A. o/Toruń Nr 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732**

Szczegóły dotyczące prenumeraty i promocje wewnątrz numeru i na stronie  
<https://www.urania.edu.pl/prenumerata>

### WYDAWCY:

#### Polskie Towarzystwo Astronomiczne

[www.pta.edu.pl](http://www.pta.edu.pl)  
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa  
tel. (0-22) 329 61 45, e-mail: [zarzadz@pta.edu.pl](mailto:zarzadz@pta.edu.pl)

#### Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

[www.ptma.pl](http://www.ptma.pl)  
ul. Miodowa 13a m. 35, 31-055 Kraków  
tel. (0-12) 422 38 92, e-mail: [sekretariat@ptma.pl](mailto:sekretariat@ptma.pl)



### PARTNER



UNIWERSYTET  
MIKOŁAJA KOPERNIKA  
W TORUNIU

### DRUK

TORENO sp. z o.o.

[toreno@toreno.eu](mailto:toreno@toreno.eu)

\* AUTORSTWO OKAZJONALNYCH ARTYKUŁÓW I MATERIAŁÓW MOŻE BYĆ POTRAKTOWANE JAKO AUTOPROMOCJA WŁASNYCH PRAC I BADAŃ NAUKOWYCH NIEPODLEGAJĄCA HONORARIUM I PRZEKAZANIU PRAW AUTORSKICH \* MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA \* ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW \* PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI \* OPINIE I POGŁADY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW \* REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM \*

## NA OKŁADCE

Czy to starożytna obrotowa mapa nieba? Zdjęcie przedstawia budzący spore naukowe zainteresowanie Dysk z Neby i niektóre z innych odnalezionych przy nim zabytków, pochodzących (prawdopodobnie) z epoki brązu. Prof. dr hab. Włodzisław Góral szczegółowo wyjaśnia, co i w jakim celu mogli z jego pomocą mierzyć i liczyć dawni astronomowie.



Źródło: Państwowe Muzeum Prehistorii w Halle



<b>Dysk z Nebry</b> Władysław Góral	12
Kilka lat temu sporą sensacją wywołało odnalezienie tajemniczego dysku z epoki brązu. Autor szczegółowo wyjaśnia, co i w jakim celu mogli za jego pomocą mierzyć i liczyć dawni astronomowie.	
<b>Druga fala w polskim sektorze kosmicznym</b> Rozmowa z prezesem Polskiej Agencji Kosmicznej	20
<b>Chwała Lavaredo</b> Galeria nagrodzonych zdjęć z konkursu Astrocamera 2021	33
<b>Dawno temu pod łużyckim niebem</b> Arkadiusz Lipin, Sylwester Kołomański	46
Zięć Johanna Keplera, Jakob Bartsch, mieszkał w Lubaniu i również parał się astronomią. Pomimo wczesnej śmierci miał pewien naukowy dorobek, który warto przypomnieć.	
<b>Stałe działy</b>	
<b>Dawno temu w... „Uranii”</b>	4
<b>Kronika</b> Odkrycia i wydarzenia astronomiczne (październik–listopad 2021)	6
<b>Kronika</b> Misje i badania kosmiczne (październik–listopad 2021)	8
<b>Kronika</b> Serwis wydarzeń PTA i PTMA (październik–listopad 2021)	10
<b>Nowe dzienniki gwiazdowe</b> Kosmiczny rynek pracy (opowiadanie sf)	26
<b>Przeczytane w Nature i Science</b> O planetach pozasłonecznych	28
<b>Errare humanum est</b> Wenusjański księżyc	50
<b>Astronomia za 100 lat</b> Paralaksy czarnych dziur w M31?	57
<b>Astronomia dzisiaj</b> Jak świętowaliśmy start teleskopu	58
<b>W kraju</b> X Zimowe Warsztaty Astrofotografii w Niepołomicach Andrzej Kajetan Wróblewski laureatem Nagrody im. Jana Jędrzejewicza Historia Nagrody im. Jana Jędrzejewicza	59 60 61
<b>PTMA</b> Konferencja zakryciowców Maraton Perseidów 2021	62 63
<b>Astropodróżę</b> Atomowe miasteczko	66
<b>Cyrklarz</b> Meteory na Wenus i ich obserwacje z Ziemi	68
<b>Proxima</b> Grudniowe zaćmienie b Persei	70
<b>Ciekawe adresy internetowe</b> Szum radiowy w dwóch odślonach	73
<b>Młodzi badacze</b> Wyznaczanie albedo wybranych obszarów Ziemi	74
<b>Kącik olimpijczyka</b> Zadanie nr 14 – formacja Wenus-2	76
<b>Kalendarzyk astronomiczny</b> Niebo w marcu i kwietniu 2022 r.	78
<b>Spójrz w niebo</b> Wiosenne galaktyki	82
<b>Astronomia i muzyka</b> Niepołomice muzycznie	83
<b>Konkurs na fotki z Uranią</b>	83
<b>Obserwator Słońca</b> Raport: listopad – grudzień 2021	84
<b>Reklama</b> Solar system Voyager – zbuduj bazę na Ceres!	85
<b>Relaks z Uranią</b> logogryf	86
<b>Spacerkiem po Księżycu</b> Zatoka Tęcz (Sinus Iridum)	87
<b>W skrócie</b>	
Proxima Centauri ma trzy planety! (52), Zbadano wpływ satelitów starlink na obserwacje kosmosu (52), Astronomowie złożyli petycję w ONZ w sprawie ochrony ciemnego nieba (53), Bąbel Lokalny źródłem wszystkich młodych gwiazd w otoczeniu Słońca (53), Złudzenie ciągłości Ramienia Perseusza? (54), „Brzydkie złamanie” w Ramieniu Strzelca (54), Zaobserwowano największą radiogalaktykę w historii (55), Głównym źródłem wody na Ziemi może być... Słońce (55), POLSA przygotowała filmy o karierze w branży kosmicznej (56)	

5.1 mg), należy do naszych sąsiadek, gdyż dzieli ją od nas zaledwie 10.9 lat światła. Wszystkie 3 gwiazdy mieszczą się w promieniu kuli o średnicy 17 lat światła, w której na 38 gwiazd aż cztery posiadają planety.

Oczywiście, że oprócz planet masywnych wokół gwiazd, istnieją zapewne także planety o mniejszych masach, które wymykają się z pod naszych metod badawczych.

Dane liczbowe, dotyczące drobnych ruchów tych trzech gwiazd i mas otaczających je planet, zaczerpnęliśmy z pisma francuskiego: „La Pensée”, nr. 2 z r. 1945, opierającego się na źródłach amerykańskich.

**Jan Gadomski**

*W rubryczce „Ciekawe adresy internetowe” nasi Czytelnicy znajdą krótki komentarz dotyczący zagadnień przedstawionych w powyższej notce. (RS)*

### Międzygwiazdowy ośrodek gazowy

Przestrzeń międzygwiazdowa w Drodze Mlecznej nie jest całkiem próżna. Poza licznie rozszanymi chmurami pyłu kosmicznego, występują w niej obficie także pojedyncze atomy i cząsteczki różnych gazów, przede wszystkim wodoru, w ilości około jednej dziesięciomilionowej grama na kilometr sześcienny objętości, czyli około 10 do potęgi minus 22 gr/cm<sup>3</sup>.

W r. 1944 ukazała się w Anglii praca Bondi’ego i Hoyle’a, poświęcona zagadnieniu wpływu tych atomów gazów na ruchy gwiazd i ich ewolucję. Każda bowiem gwiazda, o ile szybkość jej ruchu postępowego w przestrzeni jest niezbyt wielką w stosunku do tego, tak rozrzedzonego ośrodka gazowego, a temperatura ośrodka gazowego niewysoka, przyciąga — na mocy grawitacji — poszczególne cząsteczki gazowe, dzięki czemu masa gwiazdy stopniowo wzrasta, tak, że w ciągu jakichś 2.5 miliardów lat może się nawet podwoić. Skoro zaś promieniowanie gwiazd odbywa się przede wszystkim na skutek zamiany materii w energię głównie kosztem zawartego w nich wodoru (zamiana wodoru w hel), przyływ tego właśnie gazu z przestrzeni kosmicznych jest równoznaczny z dopływem źródeł energii z zewnątrz.

Jednocześnie ośrodek gazowy, poprzez który gwiazdy poruszają się, hamuje ich ruch postępowy w przestrzeni, powodując, że drogi ich dokoła środka masy Drogi Mlecznej z eliptycznych stają się z czasem kołowe, na skutek zwolnienia szybkości. Przyczyniłoby się to do wzrostu trwałości układu Drogi Mlecznej. Być może, wynikiem ostatecznym byłaby zamiana istniejących obecnie ramion spirali naszej Galaktyki w pierścień, jaki można obserwować u niektórych odległych mgławic spiralnych. Podobnie z tego samego powodu i w układzie planetarnym orbity planet winny stawać się coraz bardziej zbliżone do kołowych, co także wywołać winno wzrost stałości tego układu.

Teoria autorów jest na razie szkicem; nie wiadomo, o ile wnioski ich okażą się w czasie dalszych rozważań słuszne. Jedno jest niewątpliwe, że międzygwiazdowy ośrodek gazowy jest bardzo ważnym składnikiem Drogi Mlecznej, decydującym z pewnością m. in. także i o ruchach gwiazd w przestrzeni, a omawiana praca jest bodaj pierwszą próbą ogólną, dążącą do uwzględnienia jego wpływu.

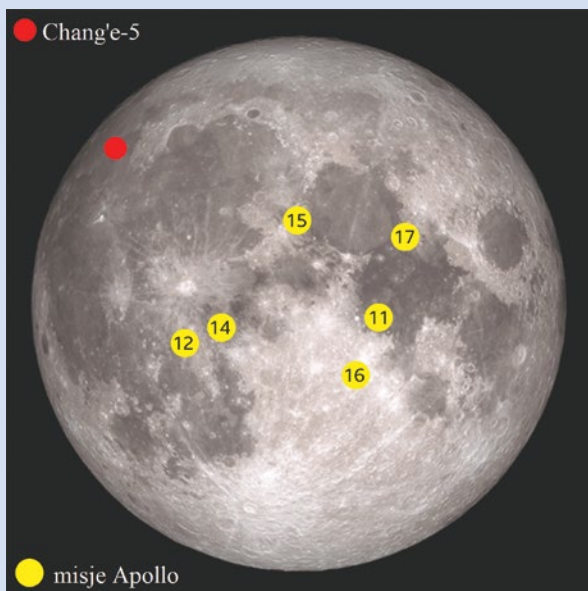
**J. M-r.**

*Urania 1-2/1946, pisownia oryginału.*

**04.10** Kilka miesięcy temu doniesiono o odkryciu krótkiego błysku w najdalszej znanej galaktyce GN-z11. Wyglądało to jak poblask po długim rozblasku  $\gamma$  („Urania” 2/2021, s. 6). Oczywiście mogło to się zdarzyć, ale obserwatorzy musieliby mieć niewiarygodne szczęście, wykonując zdjęcie akurat w tym momencie. Znalazło się bardziej prawdopodobne wyjaśnienie. Astronomowie poznańscy wykazali, że w chwili wykonywania tamtej obserwacji przez pole widzenia teleskopu przeleciał fragment rosyjskiej rakiety Proton – jeden z tysięcy kosmicznych śmieci, które, wykonawszy swoje zadania, snują się bez sensu po niebie. Odkrycia więc nie ma, jest za to nieprzyjemny znak nowych czasów.

**06.10** W 2019 r. sonda New Horizons odwiedziła planetoidę Arrokoth, która okazała się „batwankiem”, złożonym z dwóch sklejonych brył („Urania” 3/2019 s. 7, s. 48). Parę miesięcy przedtem sfotografowała inną planetkę – 2011 JY<sub>31</sub>, a potem kolejną – 2014 OS<sub>393</sub>. W obu wypadkach, modele najlepiej pasujące do ich wydłużonych obrazów przedstawiają je jako układy podwójne. 2011 JY<sub>31</sub> to ciała o średnicy 50 km, oddległe od siebie o 200 km. Składniki 2014 OS<sub>393</sub> mają średnice 30 km i obiegają się w odległości 150 km. O ile sonda nie miała wyjątkowego szczęścia, to zjawisko podwójności wśród planetek Pasa Kuipera okazuje się raczej pospolite.

**08.10** Misje Apollo odwiedziły obszary Księżyca



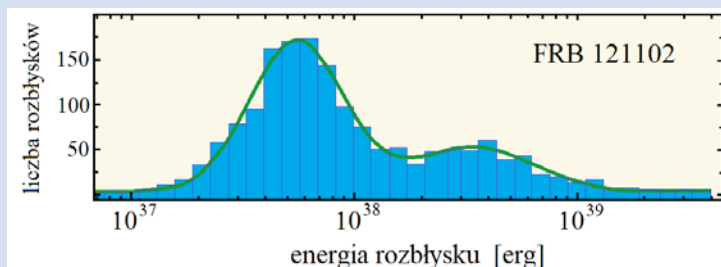
Źródło: NASA/JPL

geologicznie dość stare. Wiek tamtejszych skał to 3–4,4 mld lat. Natomiast miejsce lądowania w grudniu 2020 r. chińskiej sondy Chang'e-5 (rys. na dole po lewej) jest wyraźnie młodsze. Na to wskazywało mniejsze zagęszczenie kraterów w tym rejonie. Istotnie, zmierzony teraz wiek przywiezionych stamtąd próbek wynosi 2 mld lat. Dlaczego aktywność wulkaniczna w tym rejonie trwała tak długo? Przypuszczano, że powodem była większa obfitość izotopów promieniotwórczych w tej części księżycowego płaszcza, ale analiza składu próbek to wykluczyła. Trzeba szukać innego wyjaśnienia.

**13.10** Największy radioteleskop świata, chiński FAST, w ciągu dwóch miesięcy 2019 r., łącznie przez 60 godzin obserwował jeden obiekt: powrotne źródło szybkich rozblasków radiowych FRB 121102 (Urania 5/2019, s. 6). Czulość 500-m czasy pozwoliła zarejestrować w tym czasie 1652 błyski. Niekiedy pojawiały się co pół minuty. Żadnej okresowości nie stwierdzono, ujawniono za to dwumodalny rozkład energii błysków (rys. obok). Sugeruje to istnienie dwóch różnych mechanizmów generowania błysków. Zagadka FRB staje się coraz bardziej zawiła.

**13.10** Wiadomo było, że zjawisko mikrosoczewkowania grawitacyjnego MOA-2010-BLG-477L zostało spowodowane przez planetę o masie  $1,4 M_{\text{Jow}}$  krążącą w odległości  $\sim 3$  au od... czegoś. Po latach dociekań okazało się, że tym czymś jest biały karzeł o masie  $0,5 M_{\odot}$ . Wcześniej ta gwiazda musiała być czerwonym olbrzymem, co najwyraźniej nie zaszkodziło planecie. Mamy więc pierwszy żywy przykład na to, że i nasze planety olbrzymy mogą bezpiecznie przetrwać gwałtowną śmierć Słońca za ok. 5 mld lat.

**25.10** Breakthrough Listen to program poszukiwania pozaziemskich cywilizacji technicznych drogą nasłuchu wielkimi radioteleskopami („Urania” 5/2015, s. 7). Trwa od 2016 r. W tym czasie tylko raz złowiono sygnał wart zainteresowania. Pojawił się 29 IV 2019 r. przy obserwacjach Proksymy ( $\alpha$  Cen C). Był to czysty pisk na fali 982 MHz, o szerokości  $< 4$  Hz, wykluczającej jego naturalne pochodzenie. Co więcej, wykazywał charakterystyczny dryf dopplerowski, jakby nadajnik obiegał gwiazdę. Po 5 godzinach trwania sygnał zniknął na zawsze. Próby znalezienia konkretnego tworu ludzkich rąk, który mógłby być jego źródłem (telefony, samoloty, satelity itp.) nie przyniosły rezultatu. Mimo to badacze konkludują, że nie był to komunikat od „zielonych” zamieszkujących np. planetę Proxima Cen b, lecz skutek interferencji fal wytwarzanych przez jakieś ziemskie urządzenie elektroniczne, może nawet setki kilometrów od 64-m radioteleskopu Parkes, który je zarejestrował. Szkoda.



na podst. D. Li i in. 2021, „Nature” 596, 267

**25.10** Brzmi to szokująco, ale być może znaleziono pierwszą planetę w innej galaktyce. M51-ULS-1 to znajdująca się w galaktyce M51 układ podwójny z czarną dziurą lub gwiazdą neutronową jako składnikiem głównym. Otaczający go dysk akrecyjny świeci rentgenowo, dość jasno dla satelitów Chandra i XMM-Newton. Pewnego razu jego blask w ciągu ok.  $1,5^h$  spadł do zera, niezależnie od długości fali, po czym równie szybko powrócił do pierwotnego poziomu. Jakby coś go zasłoniło. Najprawdopodobniej obiektem przesłaniającym było ciało wielkości Saturna (rys. na dole strony obok). Nie da się wykluczyć, że był to brązowy lub czerwony karzeł albo coś jeszcze innego. Czy jest to planeta, czy nie, może dowiemy się przy następnym transzycie, jeśli się zdarzy.

**27.10** HD 3167 to gwiazda typu K0, obiegana przez 3 znane nam planety. Dla dwóch z nich

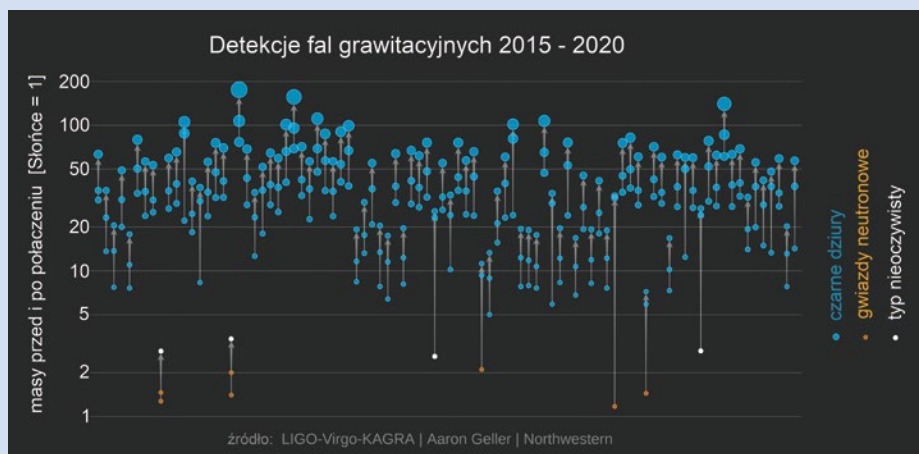


## ODKRYCIA I WYDARZENIA ASTRONOMICZNE

udało się wyznaczyć nachylenie orbity do równika gwiazdy macierzystej. O ile najbliższa gwiazdzie planeta HD 3167b (okres orbitalny  $P \approx 1^d$ ) krąży jak należy, niemal w płaszczyźnie równika gwiazdy, to orbita najdalszej, HD 3167c ( $P \approx 30^d$ ) jest do niej prawie prostopadła. Z wcześniejszych badań wynika, że podobnie porusza się trzecia planeta, HD 3167d ( $P = 8,5^d$ ). Podejrzewa się, że za tak dziwną konfigurację odpowiada jakiś zewnętrzny towarzysz, którego teraz należałoby odkryć.

**28.10** Dzięki danym z sondy Juno udało się określić grubość Wielkiej Czerwonej Plamy na Jowiszu. Sięga ona nie mniej niż 240 km w głąb, ale nie więcej niż 500 km. Wobec jej rozmiarów  $\sim 16\,000$  km, jest to więc dość cienki plamek. A przy promieniu planety wynoszącym 70 000 km zjawisko niemal naskórkowe.

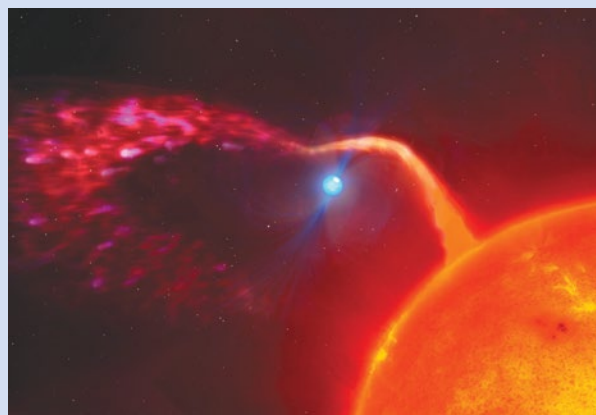
**09.11** Opublikowano trzeci katalog zarejestrowanych epizodów emisji fal grawitacyjnych, podsumowujący wszystkie trzy sesje obserwacyjne od 2015 r. W końcówce ostatniej z nich, zakończonej w marcu 2020 r., oprócz amerykańskich detektorów LIGO i europejskiego Virgo, uczestniczyło też japońskie obserwatorium KAGRA. Katalog zawiera 90 zdarzeń, głównie efektów fuzji czarnych dziur (rys. wyżej). Obecnie cały system jest udoskonalany i czwarta sesja obserwacyjna, która rozpocznie się jesienią 2022 r., z pewnością powiększy ten zbiór wielokrotnie.



**24.11** LAMOST J0240+1952 to układ kataklizmiczny – zwykła gwiazda obiegająca białego karta, którego okres obrotu udało się właśnie wyznaczyć. Jest to niecałe 25 s, więc okazał się najszybciej wirującym białym kartem

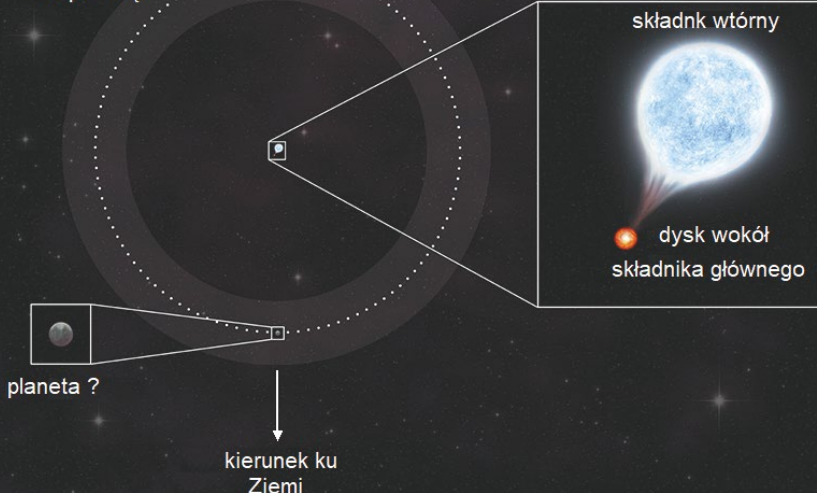
ze znanych. W przeszłości musiał zostać rozkręcony przez sphywającą na jego równik materię z towarzysza. W przeszłości, bo jednocześnie wykazano, że obiekt ten jest drugim (obok AE Aqr) układem kataklizmicznym, w którym obecnie działa mechanizm tzw. śmigła magnetycznego. Napływająca z towarzysza materia napotyka silne pole magnetyczne

białego karta i jest przez nie rozsiwiana na zewnątrz (rys. niżej). Tylko drobna jej część dociera do powierzchni białego karta, w okolicy biegunów magnetycznych, gdzie tworzy nieco gorętsze plamy.



Źródło: Mark Garlick / University of Warwick

możliwa orbita kandydatki na planetę



Źródło: NASA/CXC/M. Weiss

**29.11** Jako możliwe kosmiczne źródła ziemskiej wody rozważano dotychczas komety i planetoidy typu C. Problemem jednak był ich niewłaściwy skład izotopowy (stosunek deuteru do zwykłego wodoru). Nie myślano o planetoidach typu S, uważanych za suche jak pieprz, aż zbadano próbki planetki Itokawa, przywiezione przez japońską sondę Hayabusa. W cienkiej na 50 nm warstwie wierzchniej odkryto tam wodę, i to w ilości  $20\text{ l/m}^3$ . Mogła powstać, gdy niesiony z wiatrem słonecznym wodór łączył się z tlenem, zawartym w minerałach tworzących planetoidę. Tu skład izotopowy jest odpowiedni. Jakaś część wody w naszych kranach ma więc zapewne i takie pochodzenie.

**Wybrał i skomentował**  
Marek Muciek

**2.10** Europejsko-japońska misja BepiColombo po raz pierwszy przeleciała obok Merkurego — ostatecznego celu misji. Zestaw połączonych dwóch statków kosmicznych zbliżył się na odległość 199 km do powierzchni planety. Podczas bliskiego przelotu uruchomiono instrumenty naukowe i wykonano zdjęcia za pomocą kamer inżynierskich. Ten bliski przelot był pierwszym z sześciu przelotów obok Merkurego, które pomogą doprowadzić misję w 2025 r. na orbitę wokół planety.

**5.10** Do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej poleciał za pomocą rakiety Sojuz 2.1a statek Sojuz MS-19 z trzyosobową załogą. Lot przeprowadzono z kazachskiego kosmodromu Bajkonur. Do stacji poleciał profesjonalny rosyjski kosmonauta Anton Szkaplerow i dwóch turystów kosmicznych — rosyjska ekipa filmowa, która kręciła na pokładzie ISS sceny do filmu fabularnego: reżyser Klim Szypienko i aktorka Julia Peresild. Turycy spędzili na stacji 12 dni i wrócili na Ziemię w statku Sojuz MS-18 17 października wraz z innym kosmonautą, Olgiem Nowickim.

**13.10** Firma Blue Origin wykonała drugi lot załogowy swojego systemu New Shepard. Rakieta wyniosła na trajektorię suborbitalną czterech pasażerów. Turycy kosmiczni, a wśród nich William Shatner — aktor, który wcielił się w rolę Kapitana Kirka w serialu Star Trek — przekroczyli na chwilę wysokość 100 km i doznali na kilka minut stanu nieważkości. Zarówno rakieta jak i kapsuła z turystami wróciły bezpiecznie na Ziemię po udanym locie.

**14.10** Z kosmodromu Wostocznyj wystartowała rakieta Sojuz 2.1b z grupą 36 satelitów brytyjskiej flotyli telekomunikacyjnej OneWeb. Była to już 11. misja poświęcona budowie sieci OneWeb — mającej dostarczać usługi szybkiego, szerokopasmowego dostępu do Internetu dla rządów, firm i użytkowników cywilnych.

**14.10** Z kosmodromu Taiyuan wystartowała rakieta Długi Marsz 2D z pierwszym dedykowanym chińskim kosmicznym obserwatorium Słońca CHASE. Teleskop ma wykonywać obserwacje w czerwonej linii spektralnej H-alfa. Światło o tej długości sprawdza się w obserwowaniu atmosfery Słońca, protuberancji (świecących



**Merkury uchwycony 2 października 2021 r. o 1:41:12 czasu polskiego przez kamerę inżynierską nr 2 na sondzie BepiColombo**

gazów sphywających wzdłuż linii pola magnetycznego) czy rozbłysków słonecznych. Oprócz teleskopu na rakiecie poleciało też 10 niewielkich dodatkowych ładunków.

**15.10** Rakieta Długi Marsz 2F wystartowała z kosmodromu Jiuquan i wyniosła w kierunku chińskiej stacji kosmicznej Tiangong statek Shenzhou 13 z trojgiem astronautów. Na pierwszą półroczną ekspedycję na pokładzie Tiangong polecili: Zhai Zhigang (2. misja), Wang Yaping (2. misja) oraz Ye Guangfu (debiut). Jednym z głównych celów misji Shenzhou 13 jest test kluczowych technologii potrzebnych do ukończenia konstrukcji stacji np. manipulacja ramieniem robotycznym w celu przyszłych relokacji modułów stacji. W trakcie ekspedycji zostaną przeprowadzone 2–3 spacerów kosmicznych.

**16.10** Z kosmodromu Cape Canaveral wystartowała rakieta Atlas V należąca do konsorcjum ULA. W udanej misji wysłała na trajektorię międzyplanetarną sondę badawczą NASA Lucy. Lucy to statek, który jako pierwszy zbada planetoidy trojańskie Jowisza — obiekty krążące wokół Słońca na orbicie podobnej do Jowisza, znajdujące się w pobliżu punktów libracyjnych układu Jowisz-Słońce. Łącznie sonda odwiedzi osiem obiektów — siedem planetoid trojańskich i jedną planetoidę z pasa planetoid między orbitą Marsa i Jowisza. Na pierwszy bliski przelot obok planetoidy 52246 Donaldjohanson z pasa planetoid będziemy musieli poczekać do 2025 r., pierwsze badanie trojańczyków nastąpi dopiero w 2027 r.

**20.10** Pierwszy egzemplarz superciężkiej rakiety nośnej Space Launch System (SLS) został złożony. Ostatnim krokiem był montaż na szczycie zestawu nośnego statku Orion ze zintegrowaną z nim wieżyczką systemu ratunkowego. Całą jesień trwały testy rakiety przed jej pierwszym startem w 2022 r., kiedy SLS wyniesie statek Orion na bezzałogowy lot wokół Księżyca. Od powodzenia tej misji zależeć będzie realizacja w tej dekadzie załogowych lotów księżycowych programu Artemis.

**21.10** Korea Południowa wykonała z kosmodromu Naro pierwszy próbnny lot swojej nowej rakiety orbitalnej Nuri (KSLV-2). Niestety nie udało się umieścić symulatora masy na orbicie. Zawiódł ostatni, trzeci stopień — przedwcześnie wyłączył się jego silnik.

**23.10** Z kosmodromu Kourou w Gujanie Francuskiej wystrzelono rakieta Ariane 5. Europejska konstrukcja wyniosła na geosynchroniczną orbitę transferową dwa satelity: ważącego 6,4 t komercyjnego satelity telekomunikacyjnego SES-17 firmy SES oraz wojskowego satelity telekomunikacyjnego SYRACUSE 4A dla Francji i sił sprzymierzonych w NATO. Był to najcięższy sumarycznie ładunek wyniesiony przez Ariane 5 — łączna masa satelitów wyniosła prawie 10,3 t. Był to też ostatni lot tej rakiety przed wyniesieniem przez nią Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba.

**24.10** Chiny dosyć niespodziewanie wystrzeliły z kosmodromu Xichang rakieta Długi Marsz 3B. Na geosynchroniczną orbitę transferową trafił w tym locie satelita Shijian 21, który wg oficjalnych informacji ma testować technologie pozbywania się śmieci kosmicznych.

**26.10** Z kosmodromu Tanegashima wystartowała japońska rakieta H-IIA. W swoim pierwszym i jedynym w 2021 r. locie wyniosła na orbitę satelity QZS 1R, należącego do systemu QZSS poprawiającego nawigację GPS dla użytkowników japońskich w gęsto zaludnionych terenach.

**28.10** Rakieta Sojuz 2.1a wystartowała z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie, wynosząc w drogę do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej



statek zaopatrzeniowy Progress MS-18. W statku Progress MS-18 umieszczono prawie 2,5 t towaru, w tym: 560 kg paliwa do systemów stacji, 420 kg wody, 43 kg powietrza oraz ważące prawie 1,5 t zaopatrzenie dla załogi, sprzęt konserwacyjny dla stacji i eksperymenty naukowe. Statek zadokował do modułu Zwiezda na stacji 2 dni później, 30 października.

**7.11** Chińscy astronauta Zhai Zhigang i Wang Yaping przeprowadzili trzeci spacer kosmiczny w historii działania stacji kosmicznej Tiangong. Wang stała się pierwszą kobietą z Chin, która wyszła w przestrzeń kosmiczną w skafandrze spacewowym. Celem spaceru było kontynuowanie prac instalacyjnych przy zewnętrznym ramieniu robotycznym, które będzie służyć w pracach konserwacyjnych i w montażu kolejnych modułów stacji.

**11.11** Z kosmodromu Cape Canaveral wystartowała rakieta Falcon 9 z załogowym statkiem Crew Dragon na jej szczycie. W misji Crew-3 do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej skierowano w tym locie czworo astronautów. Trzech z USA: Raja Chari, Thomas Marshburn oraz Kayla Barron i jednego z Niemiec – Matthias Maurer. Astronauta zadokowali dzień później do modułu Harmony w amerykańskiej części stacji. Załoga spędzi na orbicie 6 miesięcy.

**13.11** Firma SpaceX wróciła po kilkumiesięcznej przerwie do rozbudowy swojej megakonstelacji satelitarnej Starlink. W locie rakiety Falcon 9 z kosmodromu Cape Canaveral wysłała 53 statki na nową powłokę orbitalną o wysokości 540 km i inklinacji 53,2 stopni. To pierwsza grupa wysłana na nową powłokę. Wcześniej SpaceX ukończyło budowę podobnej powłoki nr 1 – znajduje się tam ponad 1500 aktywnych satelitów. W misji wykorzystano dolny stopień rakiety o oznaczeniu B1058. Wykonał on wcześniej już 8 innych lotów i tym razem również wrócił na Ziemię, lądując na barce JRTI na Oceanie Atlantyckim.

**15.11** Rosja przeprowadziła test broni antysatelitarnej ASAT. Platforma Nariad wystartowała na rakiecie Nurod z kosmodromu Plesieck i trafiła w niedziałającego już od wielu lat satelitę szpiegowskiego Ikar 38 na wysokości około 500 km. W rezultacie na niskiej orbicie około-

ziemskiej powstało ponad 1500 widocznych śmieci kosmicznych, które będą przez najbliższy czas stanowić zagrożenie dla astronautów na stacjach ISS i Tiangong oraz satelitów na niskich orbitach.

**16.11** Z kosmodromu Kourou w Gujanie Francuskiej wyrzucano lekką europejską raketę nośną Vega. W udanym locie umieszczono na orbicie 3 satelity systemu zwiadu elektronicznego CERES dla sił zbrojnych Francji. Jest to pierwszy taki system budowany przez Francję.

**18.11** Firma Rocket Lab przeprowadziła z kosmodromu Mahia w Nowej Zelandii start rakiety Electron. Po udanym locie na orbitę trafiła para satelitów obserwacyjnych serii BlackSky (BlackSky 10 i BlackSky 11). BlackSky to sieć satelitów należąca do amerykańskiej firmy BlackSky Global. Satelity tego systemu wykonują komercyjne obrazowania Ziemi w rozdzielczości dochodzącej do 1 m/px. Po raz trzeci przeprowadzano podczas tego lotu próbę odzyskania dolnego stopnia rakiety. Wodował on miękko na spadochronach. W przyszłości firma Rocket Lab chce wyłapywać dolne człony swojej rakiety w powietrzu przy pomocy helikoptera, by potem wykorzystywać je wielokrotnie w lotach.

**20.11** Amerykańska firma Astra Space przeprowadziła pierwszy udany lot orbitalny swojej rakiety Rocket 3.3. W testowej misji przeprowadzonej z kosmodromu na wyspie Kodiak na Alasce wyniesiono na orbitę ładunek STP-27AD2 rejestrujący warunki lotu panujące w ładowni rakiety dla Sił Kosmicznych Stanów Zjednoczonych. Astra Space wykonywała wcześniej próby orbitalne, jednak kończyły się one niepowodzeniem, to była pierwsza udana misja.

**24.11** Z kosmodromu Bajkonur przeprowadzono udany start rakiety Sojuz 2.1b ze zmodyfikowanym statkiem Progress MS, na którego końcu znalazł się rosyjski moduł Priczal, który wejdzie w skład rosyjskiego segmentu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Priczal to ostatni zbudowany przez Rosję moduł przeznaczony do ISS. Został przyłączony do modułu badawczego MLM-U Nauka, który również przybył do stacji w 2021 r. UM Priczal to moduł o sferycznym kształcie, wokół którego znajduje się aż 6 portów doko-

wania. Jeden przyłączył się do modułu MLM-U Nauka, a niektóre z pozostałych będą mogły służyć podłączeniu rosyjskich statków Sojuz i Progress.

**24.11** Rakieta Falcon 9 firmy SpaceX wystartowała z kosmodromu Vandenberg w Kalifornii, wynosząc misję DART dla agencji NASA. DART to sonda, która testować będzie technikę obrony przeciwko planetoidom zagrażającym Ziemi. Statek poleci do planetoidy bliskiej Ziemi Didymos i celowo zderzy się z jej księżycem Dimorphos. Naukowcy następnie zmierzają zmianę orbity tego księżycy, by potwierdzić, że kinetyczne zderzenie zmienia trajektorię w stopniu przewidywanym przez symulacje komputerowe. W 2027 r. w kierunku Didymosa poleci jeszcze europejska sonda HERA, która zbada dokładnie planetoidę i ślady pozostałe po zderzeniu ze statkiem DART.



Źródło: SpaceX

#### Start misji DART

**25.11** Rakieta Sojuz 2.1b wysłała na orbitę 5. satelitę wojskowego serii Tundra – systemu wczesnego ostrzegania przed startem wrogich rakiet balistycznych. Lot odbył się z kosmodromu Plesieck. Tundra to seria rosyjskich satelitów nowej generacji, służących do rozpoznawania z orbity startów rakiet balistycznych, lotów pojazdów hipersonicznych, bombowców strategicznych czy nawet manewry satelitów oraz śmieci kosmiczne. Możliwe też, że statki Tundra są wyposażone w ładunek do komunikacji w wypadku konfliktu nuklearnego. Satelity Tundra są wysyłane na eliptyczną orbitę typu Molnia o okresie 12 h i inklinacji 63°. Taka orbita wydłuża czas znajdowania się satelity na północnej półkuli planety.

**Wybrał i skomentował:**  
**Rafał Grabiński**



**21.09** Polskie Towarzystwo Astronomiczne zostało uhonorowane nagrodą w konkursie Astronomy@Home 2020 Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Zadaniem konkursu była promocja aktywności edukacyjnych i popularyzujących astronomię w warunkach globalnej pandemii i wynikających z niej ograniczeń. Do konkursu zgłoszono ponad 400 wydarzeń z całego świata, które zrealizowano pomiędzy kwietniem a sierpniem 2020 r. W pięciu kategoriach (najbardziej innowacyjne, najlepsze dla rodziny, znakomite online, największa liczba zarejestrowanych zdarzeń i zaangażowanie społeczności) przyznano po 2 nagrody oraz po 8 wyróżnień, doceniając wysiłki organizatorów. PTA otrzymało drugą nagrodę w kategorii „największej liczby zarejestrowanych wydarzeń” za akcję „Astronomia w Twoim domu”. Akcja obejmowała cykl wykładów realizowanych w postaci streamów w serwisie YouTube z możliwością zadawania pytań prelegentom. Same wykłady są cały czas dostępne na kanale Astronarium i cieszą się wielką popularnością – najpopularniejszy z nich odnotował ponad 750 tys. wyświetleń.

**5 i 12.10** Podczas 40. Zjazdu PTA we wrześniu 2021 r. zarejestrowano wykłady zaproszonych laureatów Nagrody Nobla: prof. Reinharda Genzela i prof. Barry'ego C. Barisha. W dniach 5 i 12 października odbyła się publiczna retransmisja wykładów, a obecnie są dostępne na kanale PTA na YouTube ([www.youtube.com/PolskieTowarzystwoAstronomiczne](http://www.youtube.com/PolskieTowarzystwoAstronomiczne)).

Pierwszy wykład wygłoszony przez prof. Reinharda Genzela (Max Planck Institute



for Extraterrestrial Physics) dotyczy czarnych dziur i szczegółowych badań badania centralnej czarnej dziury w naszej Drodze Mlecznej: „A 40-year journey – Testing the Massive Black Hole Paradigm”. Wykładowca otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki w 2020 r.

fal grawitacyjnych: „Understanding our Universe with Gravitational Waves”. Tu Nagroda Nobla w dziedzinie fizyki w 2017 r. została przyznana za decydujący wkład w detektor LIGO i obserwacje fal grawitacyjnych. Prelekcje w języku angielskim



właśnie za odkrycie supermasywnego zwarte- go obiektu w centrum naszej Galaktyki. Drugi, prof. Barry'ego C. Barisha (Caltech oraz UC Riverside) na gorący temat detekcji

**28.10** Na przełomie października i listopada na całym świecie celebrowano „Dzień Ciemnej Materii” (ang. „Dark Matter Day”) pod hasłem „Nie obawiaj się ciemności”, święto polowania na coś niezwykłego, niewidzialnego, jak dotąd wymykającego się technikom detekcji a równocześnie niemal wszechobecnego i wpływającego na wszystko, co obserwujemy we Wszechświecie. Zależnie od lokalnych możliwości były to wydarzenia zarówno w świecie rzeczywistym, jak i wirtualne w sieci. Polska edycja miała miejsce 28 października w postaci serii krótkich wykładów popularnonaukowych związanych z fascynującym i wciąż niejasnym tematem ciemnej materii. Zapis wykładów jest dostępny na kanale PTA na YouTube.

**Wybór i opracowanie:**  
Tomasz Kundera







## SERWIS WYDARZEŃ PTA I PTMA

**CZĘSTOCHOWA** członkowie miejscowego Oddziału wrócili do spotkań, które organizują w formie hybrydowej (część spotyka się osobiście a część przy pomocy platformy Zoom). Dzięki takiej formie w prelekcjach mogą uczestniczyć także członkowie PTMA spoza Częstochowy.

**GRUDZIĄDZ** miejscowy Oddział kontynuuje cotygodniowe spotkania z prelekcjami za pośrednictwem platformy Zoom. Jednym z ciekawszych wykładów był ten, który wygłosił dr Paweł Preś z okazji Roku Lema, zatytułowany Dzienniki gwiazdowe Ijona Tichego dzisiaj.

**KRAKÓW** po wakacyjnej przerwie miejscowy Oddział wznowił spotkania za pośrednictwem platformy Zoom. Spotkania odbywają się w każdy drugi i czwarty poniedziałek miesiąca, a uczestniczą w nich także członkowie Oddziału Częstochowa.

**KATOWICE** w październiku odbył się kolejny już, 47. zlot miłośników astronomii w Zwardoniu. Pogoda dopisała, dzięki czemu uczestnicy mieli okazję podziwiać przez teleskop rozgwieżdżone niebo, a niektórzy także je fotografować.

**POZNAŃ** Oddział wznowił spotkania po wakacyjnej przerwie, nadal w formie online. Tym razem gościem październikowej prelekcji był prezes Oddziału Szczecin Andrzej Armiński. Mówił o gwiazdach zmiennych i zaprosił do obserwacji wizualnych tych niezwykłych obiektów.

**ROZDRAŻEW** miejscowy Oddział PTMA świętował swoje 10-lecie. Z tej okazji na za-



Fot. Marek Subatyk

proszenie Starosty Krotoszyńskiego i Wójta Gminy Rozdrażew odbyło się spotkanie poświęcone działalności Oddziału. RO PTMA zostało zarejestrowane jako jeden z dziewiętnastu oddziałów PTMA w Polsce 28 kwietnia 2011 r. Jest to jedyny oddział mający swoją siedzibę na wsi.

**SOS PTMA** po wakacyjnej przerwie do spotkań powróciła także Sekcja. Spotkania odbywają się za pośrednictwem platformy Zoom. Wyjątkowo w listopadzie, z okazji 11 rocznicy OSIR Robert Nowakowski, II koordynator Sekcji i członek Oddziału Warszawa, zorganizował pokaz Słońca w H-alfa (teleskop słoneczny Lunt) oraz wiele innych atrakcji związanych z promocją astronomii.

**TORUŃ** w Książnicy Kopernikańskiej odbyła się prelekcja Piotra Skonieczki na temat udziału w misji księżycowej habitatu Lunares. Po raz pierwszy dwaj członkowie miejscowego Oddziału, M. Muszczak i M. Stawski, nagrywali prelekcję, aby później udostępnić ją pozostałym członkom PTMA Toruń na kanale YouTube. W październiku członkowie PTMA O/Toruń pojechali na obserwacje astronomiczne do Niedźwiad i zaprzyjaźnionego Stowarzyszenia Pałucko-Pomorskiego Stowarzyszenia Astronomiczno-Ekologicznego (PPSAE). Pogoda dopisała, dzięki czemu uczestnicy wyjazdu mogli podziwiać planetę oraz kilka obiektów z katalogu Messie-

### Uczestnicy Złotu w Zwardoniu

ra za pomocą znajdującego się w miejscowym obserwatorium refraktora o średnicy 16". Obserwacje poprzedził pokaz astrofotografii.

**PULAWY** w październiku miał miejsce odbiór techniczny modernizacji budynku Obserwatorium Astronomicznego, w którym siedzibę ma miejscowy Oddział PTMA. Od października Oddział spotyka się już w odnowionym budynku obserwatorium.



Fot. Sebastian Soberski (Zoom)

### Członkowie ZG i Prezesi Oddziałów uczestniczący w Astro Forum 2021

**ZARZĄD GŁÓWNY** w dniach 17-18 października w Ostródzie odbyło się zorganizowane przez Fundację Nicolaus Copernicus Astro Forum 2021, w którym uczestniczyli m.in. przedstawiciele kilku Oddziałów PTMA. W poniedziałek 18 października, podczas Astro Forum, odbyło się także zebranie Zarządu Głównego i Prezesów Oddziałów terenowych. Zebranie odbyło się w formie hybrydowej.

**Wybór i opracowanie:**  
Agnieszka Nowak



**Odnaczenie dla Oddziału Rozdrażew z okazji 10-lecia istnienia**

Co wiedzieli starożytni astronomowie?

# DYSK Z NEBRY\*

 **Władysław Góral**



Rys. 1. Dysk Słoneczny z Nebry

\* Artykuł jest poszerzoną wersją publikacji „The Sky Disk of Nebra reveals its secrets” (Dysk z Nebry odsłania swoje tajemnice) [Góral, 3]. Po złożeniu tekstu do druku okazało się, że Dysk z Nebry ma wciąż duży potencjał naukowo-badawczy i umożliwia zbudowanie wielu ścieżek deszyfracji prowadzących do logicznych rozwiązań. Z pomocą pięciu rysunków opisano szczegółowo, na płaszczyźnie południka niebieskiego, zakres kulminacji górnej Słońca i Księżyca. W publikacji wykazano, że zasadniczymi parametrami umożliwiającymi deszyfrację Dysku z Nebry są miary kątów określone za pomocą sieci linii wyznaczonych przez obiekty punktowe oraz figury geometryczne na jego powierzchni. Wiedza astronomiczna została tu zakodowana na dwóch płaszczyznach: horyzontalnej i południkowej. Na płaszczyźnie horyzontalnej (poziomej) opisano zakres kierunków wschodu i zachodu Słońca w ciągu roku. Z kolei na płaszczyźnie południkowej (pionowej) opisano zakres zmian wysokości horyzontalnej i deklinacji Słońca w kulminacji górnej w ciągu roku oraz Księżyca w jego 18,61-letnim cyklu. Przy pomocy konstrukcji geometrycznych i arytmetyki opisano związki między szerokością geograficzną miejsca obserwacji a wysokością horyzontalną ciała niebieskiego i jego deklinacją.

Źródło: Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Jura Lipčák



## HISTORIA ARTEFAKTU

Dysk z Nebry został znaleziony i w sposób nielegalny przywłaszczony sobie przez poszukiwaczy skarbów. Miało to miejsce w roku 1999, na stanowisku archeologicznym na wzgórzu Mittelberg, znajdującym się około 4 km na zachód od niemieckiego miasta Nebra. W 2002 r. dysk został odzyskany przez dra H. Mellera, dyrektora Muzeum Prehistorycznego w Halle, Saksonia-Anhalt [5] (rys. 1).

W wyniku przeprowadzonych szczegółowych badań stwierdzono, że dysk powstał w epoce brązu, około 3600 lat temu [6]. Szczególną uwagę astronomów zwróciła grupa siedmiu gwiazd. Zostały one skojarzone z Plejadami, znajdującymi się w pasie zodiakalnym w gwiazdozbiorze Byka. Odkrycie dysku stało się wielką sensacją wśród archeologów i astronomów. Okazało się, że był on tworzony w kilku etapach. W początkowej fazie naniesiono na dysk symbole gwiazd, Księżyca oraz Słońca. Później dodano na jego obwodzie dwie złote wstęgi. Wstęgi te, zgodnie ze spostrzeżeniem prof. Schlossera [6], obejmują roczny zakres azymutów — około  $82^\circ$  — dla kierunków wschodu oraz zachodu Słońca, od przesilenia zimowego do przesilenia letniego, obserwowanego na szerokości geograficznej miejsca znalezienia Dysku z Nebry. Następnie dodano złotą sylwetkę barki słonecznej. W ostatnim etapie naniesiono na pełnym obwodzie dysku 39 małych otworów, w przybliżeniu w równych odległościach [6]. Dysk z Nebry jest do dziś jednym z najważniejszych znalezisk archeologicznych końca XX w. na obszarze Niemiec. W 2013 r. został wpisany na listę światowego dziedzictwa UNESCO. Wiemy również, że na szerokości geograficznej miejsca odkrycia dysku, w Goseck, w odległości około 70 km od Nebry, istniało pradawne obserwatorium z epoki neolitu.

W wielu artykułach z zakresu astronomii autorzy skupiają się wokół zjawisk astronomicznych w dawnych epokach, mających miejsce właśnie w pobliżu Plejad. Według niemieckiego astronoma Ralfa Hansena *dysk służył do korygowania różnic pomiędzy kalendarzem słonecznym a księżycowym. Gdy nad Księżycem znajdowały się Plejady, należało dodać kolejny miesiąc w kalendarzu księżycowym. Księżyc przedstawiony na dysku jest około pięciu dni po nowiu w pobliżu Plejad. Właśnie w takiej konfiguracji znajduje się raz*



Źródło: Christian Reinboth/Wikimedia Commons

Dysk z Nebry i towarzyszące mu inne artefakty z epoki brązu (rekonstrukcja)

na dwa lub trzy lata [8]. To jednak tylko jedna z wielu interpretacji Dysku z Nebry. Nadal inspirowa on astronomów i archeologów. Panuje jednak opinia, że jest obiektem tajemniczym, trudnym do rozszyfrowania.

## ASPEKTY GEOMETRYCZNE

Podjęcie autora jest zasadniczo odmienne od dotychczas powstałych publikacji dotyczących Dysku z Nebry. Okazało się, że te same obiekty punktowe oraz figury geometryczne znajdujące się na dysku mają wielorakie znaczenie i są zależne od przyjętego układu odniesienia. W pierwszej kolejności należy je traktować jako punkty odniesienia na powierzchni dysku (powierzchni Ziemi), które umożliwiły zdefiniowanie trzech układów: niebieskiego układu równikowego, niebieskiego układu horyzontalnego oraz układu geograficznego. Poprawna deszyfracja Dysku z Nebry jest zaprezentowana na dwóch płaszczyznach. Zjawisko wschodu i zachodu ciał niebieskich opisujemy na płaszczyźnie horyzontalnej [3]. W niebieskim układzie równikowym, w przekroju południkowym, opisujemy za pomocą deklinacji kierunki do ciał niebieskich. Początkowo na powierzchni dysku określono kardynalny układ horyzontalny oraz obserwowane na linii horyzontu kierunki wschodu i zachodu Słońca w okresie rocznym. Natomiast na płaszczyźnie południka niebieskiego opisano zakres zmiany deklinacji i wysokości horyzontalnej (lub odległości zenitalnej) Słońca w kulminacji górnej w okresie rocznym oraz Księżyca w cy-

klu 18,61-letnim. Wiedza astronomiczna została zapisana za pomocą miary kątowej, w szczególności pojedynczych kątów określonych przez dwie przecinające się linie oraz trójkątów. Zauważamy, że ta początkowa tajemnicza struktura przejawia prawidłowości o symetrycznych cechach. Czynnikiem ułatwiającym deszyfrację dysku było spostrzeżenie, że szereg linii prostych wykazuje symetrię względem osi południe–północ.

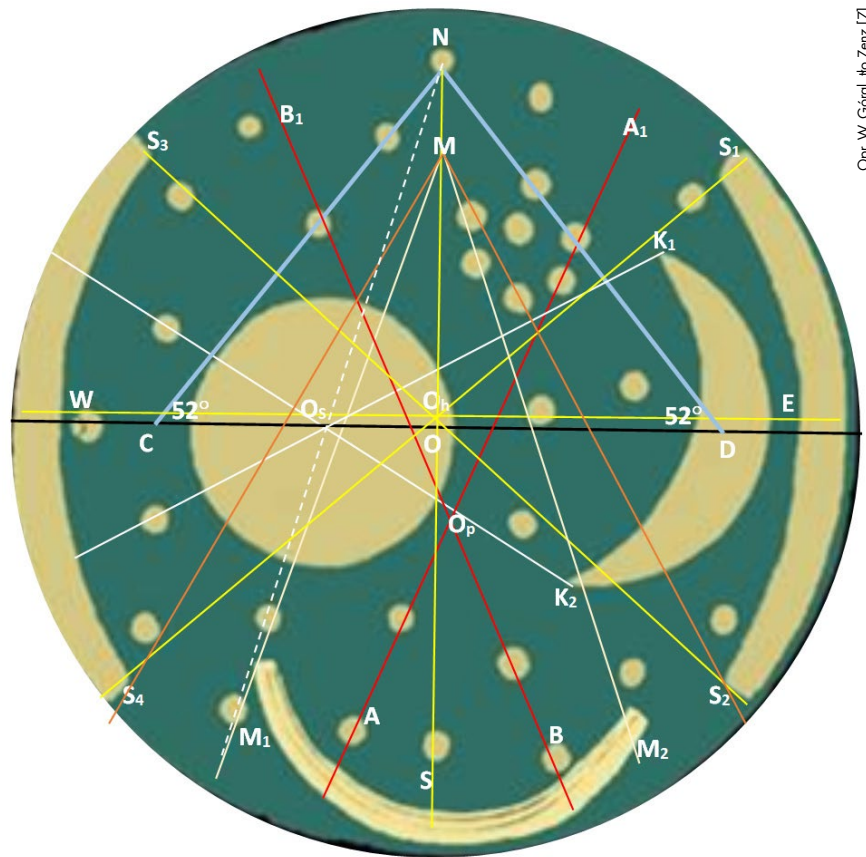
Jednak większość wiedzy astronomicznej została opisana na płaszczyźnie koła południkowego, z pomocą języka geometrii i arytmetyki. Początkowo na płaszczyźnie horyzontalnej, za pomocą dwóch symetrycznych złotych wstęg znajdujących się na brzegu dysku, udokumentowano pełny zakres wschodów i zachodów Słońca w ciągu roku. Położenie punktów wschodu i zachodu Słońca na linii horyzontu w dniu przesilenia letniego ( $S_1, S_3$ ) oraz zimowego ( $S_2, S_4$ ) umożliwiło wyznaczenie linii symetrii jako osi kierunku południe–północ (S–N) oraz osi wschód–zachód (E–W; rys. 2). Skrzyżowanie linii  $S_1$ – $S_4$  z linią  $S_3$ – $S_2$  umożliwiło określenie początku układu horyzontalnego  $O_h$  (Obserwator) na powierzchni dysku. Kąt  $S_1O_hS_2$ , wynoszący około  $82^\circ$ , obejmuje pełny zakres kierunków wschodu Słońca, a kąt  $S_3O_hS_4$  — jego zachodu w ciągu roku. Kierunek  $O_hS_1$  wyznacza wschód Słońca w dniu przesilenia letniego, zaś kierunek  $O_hS_2$  jego wschód w dniu przesilenia zimowego. Następnie zauważamy, że po stronie południowej dysku, w otoczeniu „barki

słonecznej” oraz punktu S, znajdują się dwie pary punktów. Linie poprowadzone przez te i dalsze punkty oznaczamy kolorem czerwonym jako  $AA_1$  i  $BB_1$  (rys. 2). Przecięcie linii  $AA_1$  z linią  $BB_1$  wyznacza dodatkowy punkt  $O_p$  na dysku. Kąt  $AO_pB$  wynosi  $2\varepsilon = 48^\circ$ , gdzie kąt  $\varepsilon = 24^\circ$  oznacza w przybliżeniu nachylenie ekliptyki do równika niebieskiego w okresie powstawania dysku [3].

Kąty te odgrywają znaczącą rolę przy deszyfracji dysku. Kąt  $AO_pB$  wynoszący  $48^\circ$  w układzie na płaszczyźnie południka niebieskiego określa zakres zmiany wysokości horyzontalnej Słońca w kulminacji górnej w ciągu roku. Na dysku istotne miary kątów są wyrażane za pomocą trójkątów prostokątnych. Na szczególną uwagę zasługują dwa symetryczne względem osi S—N trójkąty prostokątne: CNO i DNO (rys. 2). Trójkąt CND jest trójkątem równoramiennym, który składa się z dwóch trójkątów prostokątnych. Zmierzona miara kąta CND wynosi  $76^\circ$ . Wobec tego kąty OCN oraz NDO wynoszą  $52^\circ$ . Są one odniesione do równoleżnika o szerokości geograficznej  $\phi = 52^\circ$ . Stąd wynika, że kąty CNO i OND, jako kąty uzupełniające do  $90^\circ$ , określają wysokość horyzontalną  $h_r = 38^\circ$  — równika niebieskiego na płaszczyźnie południka miejscowego.

Istotną rolę w deszyfracji dysku odgrywa również koło, którego środek  $O_s$  został wyznaczony z wysoką precyzją za pomocą trzech przecinających się linii (rys. 2). Dwa kąty:  $S_4MS_2$  ( $58^\circ$ ) i  $K_1O_sK_2$  ( $58^\circ$ ), określają maksymalny zakres zmiany deklinacji (wysokości horyzontalnej) Księżyca w jego 18,61-letnim cyklu. Z kolei kąt  $M_1MM_2$  ( $38^\circ$ ), obejmujący „barkę słoneczną”, określa minimalny zakres zmiany deklinacji (wysokości horyzontalnej) Księżyca w jego 18,61-letnim cyklu (rys. 2).

Rysunek 2 prezentuje wybrane aspekty geometryczne dysku, które są wprowadzeniem do problematyki naukowej zawartej w niniejszym opracowaniu. W aspekcie astronomicznym jedynie linie oznaczone kolorem żółtym opisują na płaszczyźnie horyzontu zakres kierunków wschodu i zachodu Słońca w okresie rocznym. Pozostałe konstrukcje geometryczne na rysunku są odniesione do płaszczyzny południka niebieskiego miejsca obserwacji. Jest to kluczowe spostrzeżenie ułatwiające poprawną deszyfrację Dysku z Nebry. Znaczny zakres wiedzy astronomicznej na dysku zapisano w formie graficznej, za pomocą niebieskiego układu równikowego (poprzez



Rys. 2 Wybrane aspekty geometryczne Dysku z Nebry

deklinację  $\delta$ ) oraz niebieskiego układu horyzontalnego (poprzez wysokość horyzontalną  $h$  lub odległość zenitalną  $z = 90^\circ - h$  ciała niebieskiego). Układy te na płaszczyźnie południka są związane z układem geograficznym poprzez szerokość geograficzną  $\phi$  miejsca obserwacji. Współrzędne  $\delta, h, \phi$  pojawiają się w dwóch równaniach opisujących kulminację górną ciała niebieskiego [4].

$$h = 90^\circ - \phi + \delta = h_r + \delta, \quad (1)$$

$$h_N = \phi + 90^\circ - \delta \quad (2)$$

Równanie pierwsze odnosi się do kulminacji górnej ciała niebieskiego na południe ( $h$ ) od zenitu, zaś drugie — na północ od zenitu ( $h_N$ ). Są to podstawowe równania zakodowane na Dysku z Nebry. W szczególnym przypadku, gdy ciało niebieskie znajduje się w zenicie ( $h = 90^\circ$ ), równania te upraszczają się do postaci  $\phi = \delta$ . Z kolei gdy ciało niebieskie będzie znajdowało się w zenicie na równiku niebieskim, jak na przykład Słońce w dniu równonocy wiosennej (jesiennej),  $\delta = 0^\circ$  i równanie pierwsze upraszcza się do postaci  $h = h_r = 90^\circ - \phi$ .

Na podstawie pomiaru wysokości horyzontalnej ciała niebieskiego w momencie jego górowania można wyznaczyć wysokość horyzontalną równika niebieskiego,

a następnie szerokość geograficzną miejsca obserwacji. Gdy ciało niebieskie znajduje się w biegunie ( $\delta = 90^\circ$ ), równanie (2) sprowadza się do postaci  $h_N = \phi$ . To oznacza, że wysokość horyzontalna bieguna niebieskiego (gwiazdy biegunowej) jest równa szerokości geograficznej miejsca obserwacji. Obserwator znajdujący się w miejscu o znanej szerokości geograficznej  $\phi$ , za pomocą pomiaru wysokości horyzontalnej  $h$  może obliczyć, zgodnie ze wzorami (1, 2), deklinację obserwowanego ciała niebieskiego. W szczególności Słońca i Księżyca, na podstawie długości rzucanego przez nie cienia podczas kulminacji górnej. Z kolei znając deklinację obserwowanego ciała niebieskiego, na podstawie pomiaru jego wysokości horyzontalnej w kulminacji górnej można wyznaczyć szerokość geograficzną  $\phi$  miejsca obserwacji. Wiedza ta była wykorzystywana przez nawigatorów oraz podróżników od najdawniejszych czasów i została bardzo dobrze udokumentowana na powierzchni Dysku z Nebry.

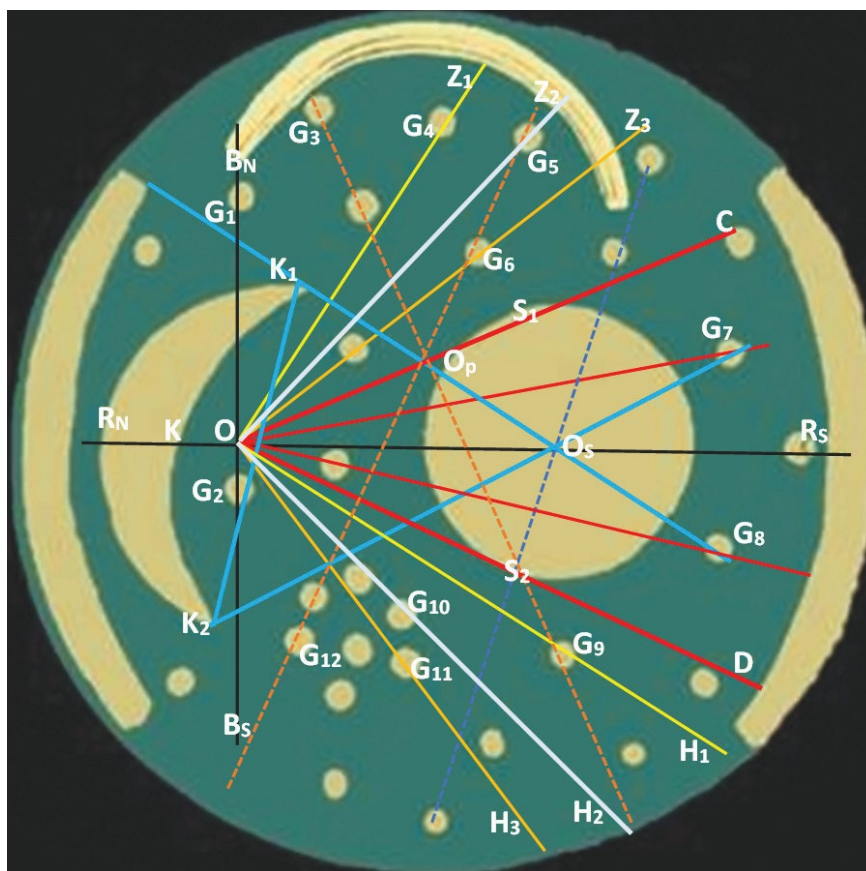
Za pomocą dysku można określić kilka niebieskich układów równikowych i związanych z nimi układów horyzontalnych. Przy ich pomocy można bardziej szczegółowo opisać kulminację górną Słońca oraz



Księżycy — na dowolnej szerokości geograficznej, od równika aż po biegun północny. Obiekty punktowe i figury geometryczne na płaszczyźnie horyzontu zostały wykorzystane do wyznaczenia linii kierunkowych oraz kątów, które z kolei na płaszczyźnie koła południkowego umożliwiły wyznaczenie wysokości horyzontalnej lub deklinacji ciała niebieskiego. Na płaszczyźnie koła południkowego obiekty punktowe oraz figury geometryczne na dysku odnoszą się do ciał niebieskich.

## KULMINACJA GÓRNA SŁOŃCA

Aby poprawnie opisać kulminację górną Słońca w cyklu rocznym za pomocą Dysku z Nebry, należy rysunek 2 obrócić o  $180^\circ$ , do położenia zaprezentowanego na rys. 3. Za pomocą rysunku 3, na płaszczyźnie południka lokalnego, zdefiniowano niebieski układ równikowy. Podstawową osią tego układu jest oś świata  $B_S—B_N$  określona przez dwa punkty:  $G_1$  oraz  $G_2$ . Punkt  $B_N$  oznacza północny biegun niebieski, zaś punkt  $B_S$  południowy biegun niebieski. Linia prostopadła do osi świata, przechodząca przez punkt  $O_S$ , wyznacza równik niebieski  $R_N—R_S$  oraz początek układu  $O$  (rys. 3) [4]. Punkt  $O_S$  w dalszych rozważaniach reprezentuje Słońce. Korzystając z kąтового rozmiaru symbolu tarczy słonecznej, poprzez kąt  $COD$   $48^\circ$  oraz kąt  $O_SOG_5$   $48^\circ$ , twórcy dysku wyrazili na płaszczyźnie południka niebieskiego zakres zmiany deklinacji i wysokości horyzontalnej Słońca w kulminacji górnej w ciągu roku. Kąt ten jest również określony przez przecięcie linii  $G_3—G_9$  z linią  $G_5—G_{12}$ , jako kąty:  $G_3O_pG_5$  i kąt wierzchołkowy  $G_{12}O_pG_9$ . Zauważamy, że linia  $G_3—G_9$  jest prostopadła do linii  $OC$  w punkcie węzłowym  $O_p$ , zaś linia  $G_5—G_{12}$  jest prostopadła do linii  $OD$ . Z kolei, korzystając z rozmiaru kąтового symbolu „Księżycy”, z pomocą kąta  $K_1O_SK_2$   $58^\circ$  oraz kąta wierzchołkowego  $G_7O_SG_8$  ( $58^\circ$ ) i kąta  $O_SOG_4$  ( $58^\circ$ ) określono zakres zmian deklinacji i wysokości horyzontalnej Księżycy w kulminacji górnej w cyklu 18,61-letnim. W celu dalszych badań z punktu  $O$  — początku układu — wyprowadzono pęk dziesięciu linii w kierunku obiektów punktowych, symboli „gwiazd” w niebieskim układzie równikowym. Kąty między kierunkiem  $OO_S$  a kierunkiem do danego ciała niebieskiego w płaszczyźnie południka określają jego deklinację. Za pomocą pomiaru kątów między (osią)  $OO_S$  a danym kierunkiem



Rys. 3. Kulminacja górna Słońca w cyklu rocznym, opisana w niebieskim układzie równikowym oraz w wybranym układzie horyzontalnym

wyznaczono deklinację — podaną w nawiasie — dla wszystkich kierunków:  $OG_4$  ( $58^\circ$ ),  $OG_5$  ( $48^\circ$ ),  $OG_6$  ( $38^\circ$ ),  $OC$  ( $24^\circ$ ),  $OG_7$  ( $12^\circ$ ),  $OG_8$  ( $-12^\circ$ ),  $OD$  ( $-24^\circ$ ),  $OG_9$  ( $-32^\circ$ ),  $OG_{10}$  ( $-42^\circ$ ),  $OG_{11}$  ( $-52^\circ$ ). Linie zaznaczone kolorem czerwonym na rysunku 3 oznaczają zakres zmian deklinacji Słońca w ciągu roku od przesilenia zimowego  $OS_2$  —  $OD$  ( $-24^\circ$ ) do przesilenia letniego  $OS_1$  —  $OC$  ( $24^\circ$ ).

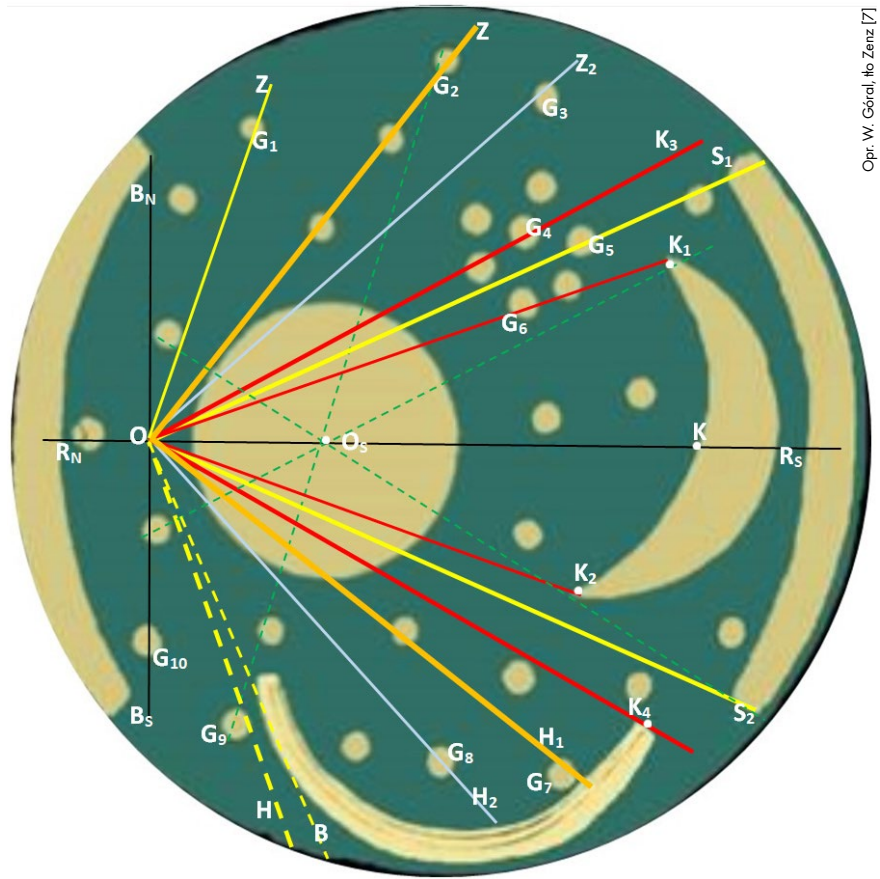
Dysk z Nebry jest również wyposażony w mechanizm umożliwiający wyrażenie kulminacji górnej danego ciała niebieskiego — o znanej deklinacji  $\delta$  — w niebieskim układzie horyzontalnym. Korzystając z rysunku 3, można opisać trzy następujące układy horyzontalne:  $H_1OZ_1$ ,  $H_2OZ_2$ ,  $H_3OZ_3$ . Osie zenitalne tych układów:  $OZ_1$ ,  $OZ_2$ ,  $OZ_3$ , określono za pomocą deklinacji trzech obiektów punktowych — symboli „gwiazd”:  $OG_4$  ( $58^\circ$ ),  $OG_5$  ( $48^\circ$ ) i  $OG_6$  ( $38^\circ$ ). Wymienione wyżej linie zenitalne są prostopadłe do następujących trzech linii horyzontalnych:  $OG_9$  ( $-32^\circ$ ),  $OG_{10}$  ( $-42^\circ$ ),  $OG_{11}$  ( $-52^\circ$ ). Do opisu kulminacji górnej Słońca wybieramy niebieski układ horyzontalny  $H_2OZ_2$ . W tym układzie szerokość geograficzna obserwatora wynosi  $\varphi_2 = 48^\circ$ . Jest ona równa deklinacji „gwiaz-

dy”  $G_5$  znajdującej się na kierunku  $OZ_2$ . W układzie  $H_2OZ_2$  określamy, za pomocą wzoru (1), wysokości horyzontalne dla pięciu następujących kierunków:  $OS_1(OC)$ ,  $OG_7$ ,  $OO_S$ ,  $OG_8$ ,  $OS_2(OD)$ :  $OS_1$  ( $\delta = 24^\circ$ ,  $h = 66^\circ$ ),  $OG_7$  ( $\delta = 12^\circ$ ,  $h = 54^\circ$ ),  $OO_S$  ( $\delta = 0^\circ$ ,  $h = 42^\circ$ ),  $OG_8$  ( $\delta = -12^\circ$ ,  $h = 30^\circ$ ),  $OS_2$  ( $\delta = -24^\circ$ ,  $h = 18^\circ$ ). Znając wysokość horyzontalną  $h$  danego ciała niebieskiego o deklinacji  $\delta$ , w układzie horyzontalnym na szerokości  $\varphi$ , możemy ją łatwo przeliczyć do układu o szerokości  $\varphi_1$ . Zgodnie ze wzorem (1), dla kulminacji górnej od zenitu w kierunku południowym, otrzymujemy  $h - h_1 = \varphi_1 - \varphi$ , a stąd  $h_1 = h + \varphi - \varphi_1$ .

## KULMINACJA GÓRNA KSIĘŻYCZA

Rysunek 4 opisuje bardziej szczegółowo zakres kulminacji górnej Księżycy w jego 18,61-letnim cyklu. W tym celu wykorzystano układ równikowy w przekroju południka niebieskiego. Oś podstawową układu jest oś świata  $B_S—B_N$ . Linia prostopadła do osi świata, przechodząca przez środek „tarczy słonecznej” —  $O_S$ , określa równik niebieski  $R_N—R_S$  oraz wyznacza początek układu  $O$ . Z pomocą pęku prostych wychodzących z punktu  $O$  twór-

cy Dysku z Nebry zapisali w mierze kątowej parametry określające zakres zmiany deklinacji Księżyca i Słońca w kulminacji górnej, odpowiednio w cyklu 18,61-letnim i rocznym. Linia O—K określa położenie „Księżyca” na równiku. Za pomocą kąta  $K_3OK_4$  ( $58^\circ$ ) wyrażono maksymalny zakres zmiany deklinacji Księżyca w kulminacji górnej. W tym przypadku Księżyc góruje na kierunku  $OK_3$ , ponad  $5^\circ$  wyżej niż Słońce w dniu przesilenia letniego na kierunku  $OS_1$  (rys. 4). Wówczas punkt wschodu Księżyca na linii horyzontu jest najbardziej zbliżony do kierunku północy. Ponieważ deklinacja Księżyca  $\delta$  zmienia się w ciągu miesiąca od  $-29^\circ$  do  $+29^\circ$ , po dwóch tygodniach deklinacja Księżyca osiąga wartość  $-29^\circ$ , a wówczas położenie Księżyca w kulminacji górnej znajduje się w największym wychyleniu południowym na kierunku  $OK_4$ , czyli ponad  $5^\circ$  niżej niż znajduje się Słońce w kulminacji górnej w momencie przesilenia zimowego na kierunku  $OS_2$ . Od momentu tej kulminacji maksymalna deklinacja Księżyca zaczyna się zmniejszać i po połowie cyklu 18,61-letniego jej maksymalna wartość wynosi około  $19^\circ$ . Wówczas deklinacja Księżyca w ciągu miesiąca zmienia się od  $-19^\circ$  do  $+19^\circ$ . Stąd minimalny zakres zmiany deklinacji oraz wysokości horyzontalnej Księżyca w kulminacji górnej osiąga wartość  $38^\circ$ , co zapisano na Dysku z Nebry w postaci kąta  $K_1OK_2$  ( $38^\circ$ ; rys. 4.) Ponadto za pomocą kąta  $S_1OS_2$  ( $48^\circ$ ) wyrażono zakres zmiany wysokości horyzontalnej Słońca w kulminacji górnej w cyklu rocznym. Warto zauważyć, że ten sam łuk  $S_1S_2$  w układzie horyzontalnym (rys. 2) odpowiada kątowi  $S_1O_hS_2$  ( $82^\circ$ ) i wyraża różnicę azymutów między kierunkiem wschodu Słońca w dniu przesilenia zimowego oraz letniego. Wyznaczone za pomocą pomiarów na dysku i opisane wyżej parametry w mierze kątowej można wyrazić za pomocą deklinacji w układzie  $O_sOB_N$ . Z pomocą rysunku 4 wyznaczamy deklinację Księżyca na siedmiu następujących kierunkach:  $OK_3$ ,  $OS_1$ ,  $OK_1$ ,  $OK$ ,  $OK_2$ ,  $OS_2$ ,  $OK_4$ . Okazuje się, że wszystkie pomierzone kąty deklinacji można wyrazić za pomocą dwóch parametrów: nachylenia ekliptyki do równika  $\epsilon$  oraz nachylenia or-



Opr. W. Górniak, Ho Zenz [7]

Rys. 4. Kulminacja górna Księżyca w cyklu 18,61-letnim oraz Słońca w okresie rocznym, opisana w niebieskim układzie równikowym

bity Księżyca do ekliptyki  $i$ .

W tabeli 1, w kolumnie  $\delta$ , podano zmierzone kątomierzem wartości deklinacji oraz wzory je opisujące. Dla kierunków o znanej wartości deklinacji możemy ze wzoru (1) obliczyć wysokość horyzontalną Księżyca w dowolnym miejscu o znanej szerokości geograficznej  $\varphi$ . W rozpatrywanym przypadku na rysunku 4 można określić cztery układy horyzontalne z pomocą następujących linii zenitalnych:  $OZ = OG_1$  ( $72^\circ$ ),  $OZ_1 = OG_2$  ( $52^\circ$ ),  $OZ_2 = OG_3$  ( $42^\circ$ ) i  $OS_1 = OG_5$  ( $24^\circ$ ), gdzie w nawiasie podano deklinacje obiektów punktowych:  $G_1, G_2, G_3, G_5$  — symbolizujących „gwiazdy” w niebieskim układzie równikowym. W rozpatrywanym przypadku deklinacja górującej w zenicie „gwiazdy” jest równa szerokości geograficznej miejsca obserwacji. Stąd otrzymujemy cztery układy horyzontalne, odniesione do następujących szerokości geograficznych  $\varphi$ :  $S_2OZ$  ( $72^\circ$ ),  $H_1OZ_1$  ( $52^\circ$ ),  $H_2OZ_2$  ( $42^\circ$ ),  $HOS_1$  ( $24^\circ$ ).

Do opisu zakresu wysokości horyzontalnej w kulminacji górnej Księżyca wybieramy układ horyzontalny  $H_1OZ_1$ , odniesiony do szerokości geograficznej  $\varphi = 52^\circ$ . W tym przypadku wysokość horyzontalną dla danego kierunku wyznaczamy od linii horyzontalnej  $OH_1$  w górę (pogrubiona linia pomarańczowa). Korzystając ze wzoru (1) dla  $\varphi = 52^\circ$ , obliczamy dla wybranych kierunków wysokości horyzontalne Księżyca w kulminacji górnej, w cyklu 18,61-letnim. Wyniki obliczeń zawiera kolumna  $h$  w tabeli 1.

W tabeli 1 pominięto linię  $OK$ , dla której  $\delta = 0^\circ$ ,  $h = 38^\circ$ .

Warto również zauważyć, że linia zenitalna  $OG_1$  jest prostopadła do linii  $OK_2$ , zaś linia  $OK_1$  jest prostopadła do linii  $OG_5$ . Ponadto zauważamy, że kąt  $K_4OB$  ( $38^\circ$ ), obejmujący „barkę słoneczną” jest równy kątowi  $K_1OK_2$ , obejmującym symbol „Księżyca”, a linia  $O—K_4$  styka się z krawędzią „barki”. To wskazuje, że wprowadzenie figury geometrycznej w postaci symbolu „barki słonecznej” było uzasadnione dla opisu kulminacji górnej Księżyca w jego 18,61-letnim cyklu. W prezentowanym układzie współrzędnych na kierunkach linii:  $OK_1$  ( $19^\circ$ ),  $OS_1$  ( $24^\circ$ ),  $OK_3$  ( $29^\circ$ ) znajdu-

Tabela 1. Zestawienie wyników obliczeń oraz formuł matematycznych dla Księżyca

Kierunek	$\delta$	$h$	Kierunek	$\delta$	$h$
$OK_3$	$29^\circ = \epsilon + i$	$67^\circ$	$OS_1$	$24^\circ = \epsilon$	$62^\circ$
$OK_1$	$19^\circ = \epsilon - i$	$57^\circ$	$OK_2$	$-19^\circ = -\epsilon + i$	$19^\circ$
$OS_2$	$-24^\circ = -\epsilon$	$14^\circ$	$OK_4$	$-29^\circ = -\epsilon - i$	$9^\circ$



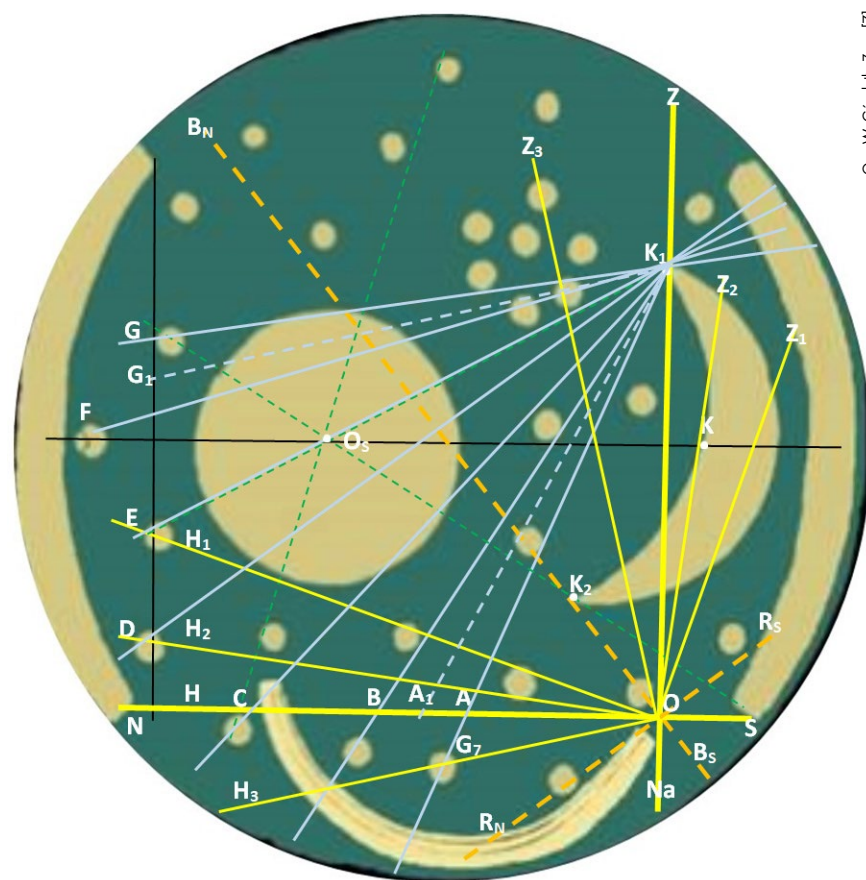
je się 5 „gwiazd”, które w literaturze na temat Dysku z Nebry są skojarzone z grupą Plejady. W niniejszym opracowaniu „gwiazdy” te pełnią funkcję punktów odniesienia na wszystkich rysunkach.

## WYSOKOŚĆ KSIĘŻYCA W KULMINACJI

Na rysunku 4 opisano w niebieskim układzie równikowym pełny zakres zmiany deklinacji Księżyca w cyklu 18,61-letnim, z możliwością ich przeliczenia do dowolnego układu horyzontalnego o znanej szerokości geograficznej. Z kolei na rysunku 5 opisano metodę pomiaru wysokości horyzontalnej Księżyca na przykładzie dziewięciu wyróżnionych kierunków. Początek układu O znajduje się na prawej krawędzi „barki słonecznej” w miejscu przecięcia osi zenit—nadir (Z—Na), przechodzącej przez górny koniec sierpa Księżyca  $K_1$ , z linią horyzontalną O—H. Odcinek  $OK_1$  reprezentuje gnomon, za pomocą którego zmierzono wysokości horyzontalne Księżyca na charakterystycznych kierunkach od  $K_1A$  do  $K_1G$ . Do wyznaczenia tych kierunków wybrano obiekty punktowe znajdujące się w pobliżu brzegu dysku. Ponadto liczbę tę powiększono o dwie linie  $K_1A_1$  oraz  $K_1G_1$ , które są dwusiecznymi kątów  $AK_1B$  i  $FK_1G$ . Na linii cienia Księżyca w płaszczyźnie południka wyróżniono dziewięć kierunków (linie w kolorze niebieskim). Za pomocą pomiaru kątów od  $OK_1A$  do  $OK_1G$ , wyznaczono wysokości horyzontalne Księżyca, które są odniesione kolejno do punktów: A ( $67^\circ$ ),  $A_1$  ( $62^\circ$ ), B ( $57^\circ$ ), C ( $48^\circ$ ), D ( $38^\circ$ ), E ( $28^\circ$ ), F ( $19^\circ$ ),  $G_1$  ( $14^\circ$ ), G ( $9^\circ$ ). W rozpatrywanym przypadku wysokość horyzontalna bieguna niebieskiego, wyrażona przez kąt  $HOB_N$ , jest równa szerokości geograficznej  $\varphi = 52^\circ$  (rys. 5). Wysokość horyzontalna równika niebieskiego wyraża się wzorem:  $h_r = 90^\circ - \varphi = 38^\circ$ . Zgodnie ze wzorem (1), deklinację  $\delta$  obliczamy za pomocą wzoru  $\delta = h - h_r$ . Wyniki pomiarów wysokości horyzontalnej — h oraz obliczeń deklinacji Księżyca —  $\delta$  zawiera tabela 2. Uzyskane wyniki są poprawne i są zgodne z wynikami podanymi w tabeli 1. Obej-

Tabela 2. Zestawienie wyników obliczeń deklinacji Księżyca na podstawie pomiarów

Kierunek	$h =$	$h$	$\delta$	Kierunek	$h =$	$h$	$\delta$
$AK_1$	$h_r + \varepsilon + i$	$67^\circ$	$29^\circ$	$BK_1$	$h_r + \varepsilon - i$	$57^\circ$	$19^\circ$
$CK_1$	$h_r + 2i$	$48^\circ$	$10^\circ$	$EK_1$	$h_r - 2i$	$28^\circ$	$-10^\circ$
$FK_1$	$h_r - \varepsilon + i$	$19^\circ$	$-19^\circ$	$GK_1$	$h_r - \varepsilon - i$	$9^\circ$	$-29^\circ$
$A_1K_1$	$h_r + \varepsilon$	$62^\circ$	$24^\circ$	$G_1K_1$	$h_r - \varepsilon$	$14^\circ$	$-24^\circ$



Rys. 5. Wyznaczenie wysokości horyzontalnej Księżyca w kulminacji górnej w cyklu 18,61-letnim

mują one pełny zakres zmian deklinacji Księżyca w cyklu 18,61-letnim oraz Słońca w okresie rocznym. Ku zaskoczeniu autora okazało się, że powyższe wartości zmierzonych kątów dają się wyrazić przez kąt nachylenia płaszczyzny ekliptyki do płaszczyzny równika niebieskiego  $\varepsilon = 24^\circ$ , kąt nachylenia płaszczyzny orbity Księżyca do płaszczyzny ekliptyki  $i = 5^\circ$  oraz wysokość horyzontalną równika niebieskiego  $h_r$ . Prezentowany na tym rysunku układ horyzontalny okazał się bardzo dogodnym do opisu metody wyznaczania wysokości horyzontalnej Księżyca w jego kulminacji górnej za pomocą gnomonu.

W tabeli pominięto linię  $DK_1$ , dla której  $h_r = 38^\circ$ ,  $\delta = 0^\circ$ .

Konstrukcja Dysku z Nebry umożliwia transformację danej wysokości z jednego układu do drugiego układu horyzontalnego o znanej szerokości geograficznej. Na rysunku 5 znajdują się trzy układy hory-

zontalne:  $H_1OZ_1, H_2OZ_2, H_3OZ_3$ , w których można wyrazić wysokości danych kierunków z układu HOZ. W tym celu na podstawie pomiaru kątów otrzymujemy:  $HOH_1 = h_1 = 19^\circ$ ,  $HOH_2 = h_2 = 7^\circ$ ,  $HOH_3 = h_3 = -13^\circ$ . Następnie za pomocą wzoru (1), który w tym przypadku redukuje się do postaci  $\varphi_1 = \varphi - h_1$ , gdzie  $\varphi = 52^\circ$ , obliczamy kolejno szerokości geograficzne:  $\varphi_1 = 33^\circ$ ,  $\varphi_2 = 45^\circ$ ,  $\varphi_3 = 65^\circ$ . Na przykładzie przeprowadzonych obliczeń zauważamy, że umożliwiają one dostosowanie układu horyzontalnego do dowolnej szerokości geograficznej w pasie od  $\varphi_1 = 33^\circ$  do  $\varphi_3 = 65^\circ$ . Położenie „barki słonecznej”, „Księżyca” oraz obiektów punktowych umożliwiło wykonanie dużego zakresu pomiarów wysokości horyzontalnej „Księżyca” w kulminacji górnej.

## KOMPENDIUM DAWNEJ ASTRONOMII

Na rysunkach 2—5, za pomocą czterech różnych układów współrzędnych, opisano znaczny zakres dawnej wiedzy o charakterze astronomiczno-geometrycznym. Stosując metodę prób i błędów dochodzimy do układu prezentowanego na rysunku 6. Początek układu (O) znajduje się w środ-

ku symbolu „Księżycy”. Oś podstawowa układu jest oś świata  $B_S-B_N$  określona przez linię  $O-G_1$ . Linia  $R_N-R_S$ , prostopadła do osi świata, oznacza równik niebieski. Znajdujący się na niej punkt  $O_S$  symbolizuje „Słońce”. Prezentowany układ odniesienia jest podobny do układu na rysunku 3. Powstał on przez przesunięcie początku  $O$  wraz z osią  $B_S-B_N$  do punktu  $K$ . Na rysunku 6 z punktu  $O$  wyprowadzono pęk szesnastu półprostych linii, w tym piętnaście wskazujących na obiekty punktowe symbolizujące „gwiazdy”  $OG_i (\delta_i)$ , gdzie  $i = 2, 3, \dots, 17$ .

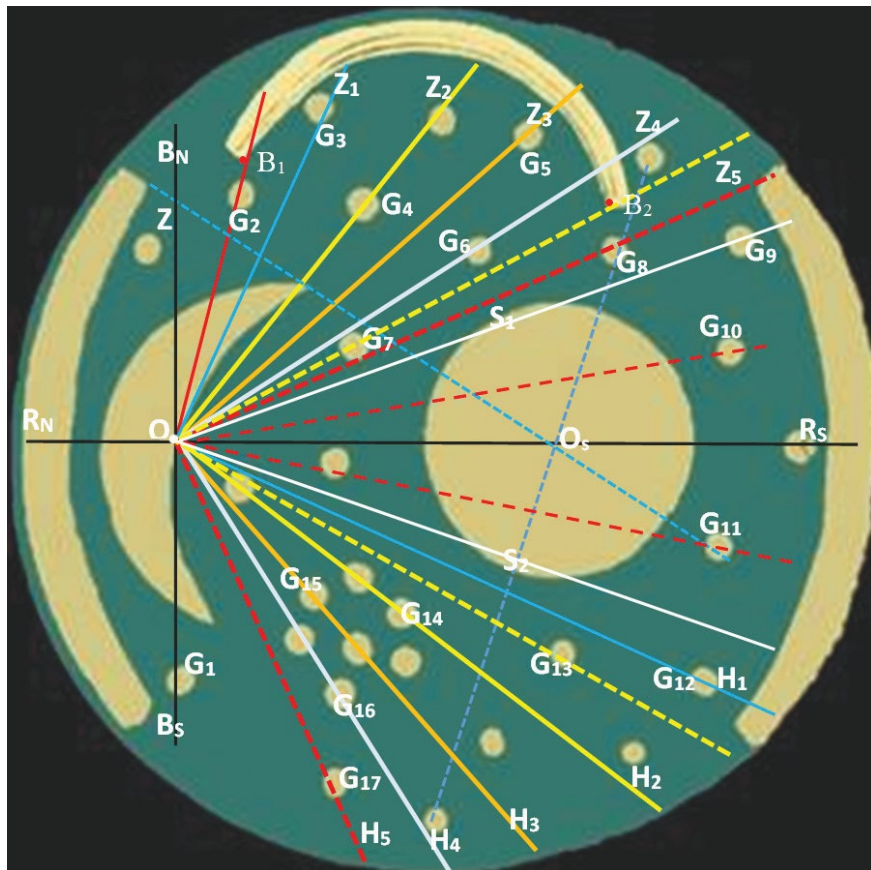
Na podstawie rysunku 6, korzystając z kątomierza z podziałką  $0,5^\circ$ , wyznaczono deklinację obiektów niebieskich znajdujących się na kierunkach  $OG_i$  (dla  $i$  od 2 do 17). W wyniku pomiarów uzyskano następujące wyniki:  $OG_2, B_1 (77^\circ)$ ,  $OG_3 (66^\circ)$ ,  $OG_4 (52^\circ)$ ,  $G_5 (42^\circ)$ ,  $OG_6 (32^\circ)$ ,  $OG_7, B_2 (29^\circ)$ ,  $OG_8 (24^\circ)$ ,  $OS_1, G_9 (19^\circ)$ ,  $OG_{10} (10^\circ)$ ,  $OO_S (0^\circ)$ ,  $OG_{11} (-10^\circ)$ ,  $OS_2 (-19^\circ)$ ,  $OG_{12} (-24^\circ)$ ,  $OG_{13} (-29^\circ)$ ,  $OG_{14} (-38^\circ)$ ,  $OG_{15} (-48^\circ)$ ,  $OG_{16} (-58^\circ)$ ,  $OG_{17} (-66^\circ)$ . Linie prezentowane na rysunku 6 można podzielić na dwie grupy: linie symetryczne względem równika niebieskiego  $O-O_S$  (tab. 3) oraz linie prostopadłe (Tabela 4). Linie symetryczne znajdują się w sektorze środkowym i obejmują: kąt  $G_7, OG_{13} (58^\circ)$  — określający maksymalny zakres kulminacji górnej Księżycy w cyklu 18,61-letnim (linia żółta przerywana), kąt  $G_8, OG_{12} (48^\circ)$  — określający zakres kulminacji górnej Słońca w ciągu roku, oraz kąt  $S_1, OS_2 (38^\circ)$ ; linia biała) — określający minimalny zakres kulminacji górnej Księżycy w cyklu 18,61-letnim. Ponadto okazało się, że dla wszystkich szesnastu obiektów niebieskich pomierzone wartości deklinacji można wyrazić, podobnie jak w tabeli 1 i tabeli 2, za pomocą parametrów  $\epsilon, i, \phi$ . Wzory te włączono do tabeli 3 i tabeli 4.

Tabela 3. Linie symetryczne w sektorze  $G_7, OG_{13} (58^\circ)$

Linia	$\delta$	Wzór	Linia	$\delta$	Wzór
$O-G_7$	$29^\circ$	$\epsilon + i$	$O-G_{13}$	$-29^\circ$	$-\epsilon - i$
$O-G_8$	$24^\circ$	$\epsilon$	$O-G_{12}$	$-24^\circ$	$-\epsilon$
$O-S_1-G_9$	$19^\circ$	$\epsilon - i$	$O-S_2$	$-19^\circ$	$-\epsilon + i$
$O-G_{10}$	$10^\circ$	$2i$	$O-G_{11}$	$-10^\circ$	$-2i$

Tabela 4. Linie prostopadłe

Linia	$\delta, \phi$	Wzór, $\delta =$	Linia	$\delta$	Wzór, ( $\delta =$
$O-G_{3'}, Z_1$	$66^\circ$	$90^\circ - \epsilon$	$O-G_{12'}, H_1$	$-24^\circ$	$-\epsilon$
$O-G_{4'}, Z_2$	$52^\circ$	$\phi$	$O-G_{14'}, H_2$	$-38^\circ$	$\phi - 90^\circ$
$O-G_{5'}, Z_3$	$42^\circ$	$90^\circ - 2\epsilon$	$O-G_{15'}, H_3$	$-48^\circ$	$-2\epsilon$
$O-G_{6'}, Z_4$	$32^\circ$	$90^\circ - 2\epsilon - 2i$	$O-G_{16'}, H_4$	$-58^\circ$	$-2\epsilon - 2i$
$O-G_{8'}, Z_5$	$24^\circ$	$\epsilon$	$O-G_{17'}, H_5$	$-66^\circ$	$\epsilon - 90^\circ$



Rys. 6. Rozkodowany Dysk z Nebry w przekroju południkowym

Ze zdziwieniem zauważamy, że zawarte w tabeli 3 deklinacje Księżycy wyznaczone za pomocą pomiarów na rys. 6 są w pełni zgodne z wynikami i wzorami zawartymi w tabeli 2, gdzie zostały obliczone na podstawie bezpośrednich pomiarów wysokości horyzontalnych (rys. 5.)

Sektor północny jest określony przez kąt  $B_1, OB_2 (48^\circ)$ , obejmujący „barkę słoneczną”. Warto zauważyć, że kąt ten pokrywa się z zakresem kulminacji górnej Słońca w okresie rocznym. W sektorze północnym znajdują się linie zenitalne od  $OZ_1$  do  $OZ_4$ . Linie te są prostopadłe do linii horyzontalnych:  $OH_1$  — znaj-

dującej się w sektorze środkowym oraz linii od  $OH_2$  do  $OH_5$  — znajdujących się w sektorze południowym. Przy czym linia  $OH_5$  jest również linią horyzontalną prostopadłą do linii zenitalnej  $OZ_5$  — znajdującą się w sektorze środkowym (tabela 4). Korzystając z faktu, że szerokość geograficzna  $\phi$  miejsca obserwacji (obserwatora) jest równa deklinacji  $\delta$  ciała niebieskiego znajdującego się w zenicie — ( $\phi = \delta$ ) dla kierunków od  $OZ_1$  do  $OZ_5$  otrzymujemy następujące wartości szerokości geograficznych:  $OB_1 (77^\circ)$ ,  $OZ_1 (66^\circ)$ ,  $OZ_2 (52^\circ)$ ,  $OZ_3 (42^\circ)$ ,  $OZ_4 (32^\circ)$ .

W sektorze południowym  $OG_{13}-OG_{17}$  znajdują się cztery linie horyzontalne (poziome) od  $OH_2$  do  $OH_5$ . Warto zauważyć, że cztery linie zenitalne od  $OZ_1$  do  $OZ_4$  określone są przez obiekty punktowe („gwiazdy”) skupiające się w otoczeniu „barki słonecznej”. W tym trzy linie zenitalne,  $OZ_2, OZ_3, OZ_4$ , są związane z liniami horyzontalnymi  $OH_2, OH_3, OH_4$ , które obejmują grupę siedmiu „gwiazd” (rys. 6) Przebieg pozostałych dwóch linii horyzontalnych znajduje się w ich otoczeniu.

W wielu artykułach dotyczących Dysku z Nebry autorzy wyrażają opinię, że ta grupa siedmiu gwiazd reprezentuje Plejady. Były



one bardzo dobrze znane starożytnym ludom basenu Morza Śródziemnego. Z kolei „bar-ka słoneczna” w mitologii egipskiej służyła do przewożenia po nieboskłonie boga Słońca Re — nazywanego też Ra — od zmiernych do poranku. Oba te obiekty geometryczne twórcy Dysku z Nebry wykorzystali do opisu kulminacji górnej Księżycy.

## CO DALEJ?

Na powierzchni Dysku z Nebry wiedza astronomiczna została zakodowana na dwóch płaszczyznach: horyzontalnej i do niej prostopadłej, czyli południkowej. Z podobną problematyką autor spotkał się przy deszyfracji radialnych linii kołków (płatów) odkrytych przez archeologów we wnętrzu kopca Krakusa na bazie prac wykopaliskowych [2]. W artykule za pomocą 5 rysunków i 4 tablic opisano duży zakres pradawnej wiedzy astronomicznej zapisanej na dysku. Istotny zakres tej wiedzy zapisano w niebieskim układzie równikowym oraz związanym z nim układzie geograficznym i niebieskim układem horyzontalnym w przekroju południkowym. Za pomocą kilku konstrukcji geometrycznych zaprezentowano zakres kulminacji górnych Słońca i Księżycy.

Podziw budzi wykorzystanie symboli Słońca, Księżycy, barki słonecznej oraz obiektów punktowych, których wielkość, kształt oraz położenie idealnie wpisują się w tekst przekazu. Wieloznaczność tych symboli z jednej strony skomplikowała proces deszyfracji dysku, jednak z drugiej strony istotnie zwiększyła zakres przekazu wiedzy astronomicznej. Okazało się, że ta sama wstęga, w układzie horyzontalnym przedstawiająca zakres azymutów wschodu Słońca w ciągu roku w postaci kąta  $S_1O_hS_2$   $82^\circ$  (rys. 2), reprezentuje na płaszczyźnie południka (rys. 4), w postaci kąta  $S_1OS_2$   $48^\circ$ , zakres zmian (deklinacji) wysokości horyzontalnej Słońca w kulminacji górnej w ciągu roku. Z kolei na rys. 3, w innym układzie współrzędnych, ten sam kąt  $S_1OS_2$   $48^\circ$  określono za pomocą koła. W kolejnym układzie współrzędnych, na rys. 6, za pomocą tego samego koła wyznaczono kąt  $S_1OS_2$   $38^\circ$ , określający minimalny zakres kulminacji górnej Księżycy. Istotną informację wnoszą również punkty, których brak na dysku, ale ich położenie jest określone za pomocą figur geometrycznych: symbolu Księżycy ( $K$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ) i „barki słonecznej” ( $B_1$ ,  $B_2$ ). Symbolem Słońca okazał się środek tarczy słonecznej — punkt  $O_s$  (rys. 3, 4, 5, 6). Za pomocą rozmiarów „tar-

czy słonecznej”, symbolu Księżycy oraz „barki słonecznej” określono z kolei kilka miar kątowych. Wszystkie kąty charakteryzujące zakres zmiany deklinacji  $\delta$  Słońca w okresie rocznym oraz Księżycy w cyklu 18,61-letnim zapisano w czterech tabelach, używając wzorów zawierających tylko dwa parametry:  $\epsilon = 24^\circ$  oraz  $i = 5^\circ$ .

Małe złote krążki naniesione na dysk w aspekcie astronomicznym są uważane za symbole gwiazd. Na tym założeniu opiera się wiele publikacji. Mimo licznych prób nie udało się jednak przyporządkować ich konkretnym gwiazdom lub gwiazdozbiorom. Również próba rozszyfrowania Dysku z Nebry w aspekcie geometrycznym, na jednej płaszczyźnie, się nie powiodła [1]. W aspekcie geodezyjnym, na płaszczyźnie horyzontalnej, obiekty te należy traktować jako punkty odniesienia na powierzchni Ziemi, za pomocą których wyznaczono i utrwalono miary kątów. Za pomocą tych kątów wyrażono (w sposób graficzny na czterech rysunkach i w sposób liczbowy w czterech tabelach) zakres kulminacji górnej Słońca oraz Księżycy. W niebieskim układzie równikowym, w przekroju południkowym, te obiekty punktowe stają się symbolami „gwiazd” na sferze niebieskiej. Bardzo korzystną cechą Dysku z Nebry jest możliwość wprowadzenia niebieskiego układu równikowego. Z jego pomocą, poprzez pomiar wysokości horyzontalnej ciała niebieskiego  $h$  znajdującego się w kulminacji górnej, stało się możliwe wyznaczenie szerokości geograficznej  $\phi$  miejsca obserwacji lub deklinacji  $\delta$  „gwiazdy” i (zgodnie ze wzorami (1), (2)) rozwiązanie bardzo ważnych zagadnień nawigacyjnych.

W ten sposób połączono niebo z ziemią. Jednak Dysk z Nebry, mimo rozszyfrowania za pomocą języka geometrii i arytmetyki, w dalszym ciągu jest zagadką w wielu aspektach. Funkcje, jakie pełnił, oraz miejsce i autorstwo jego wykonania pozostają tajemnicą. Dysk z Nebry w dalszym ciągu posiada zatem znaczny potencjał naukowy. Jego tajemnice zapewne będą nadal inspirować dla badaczy.

## LITERATURA

- [1] Dathe H., Krüger H. 2018. Morphometric findings on the Nebra Sky Disc, *Time and Mind*, Vol. 11, No. 1, p. 89–104 (DOI.org/10.1080/1751696X.2018.1433358).
- [2] Góral W. 2018. Krakus and Wanda mounds and the division of a year into eight parts *Geoinformatica Polonica*, Vol. 17, p.109–

–122 (DOI: 10.4467/21995923GP.18.010.9640). <https://www.ejournals.eu/GP/2018/Vol-17/art/13146/>

- [3] Góral W. 2020. The Sky Disk of Nebra reveals its secrets” *Geoinformatica Polonica*, Vol. 19, p.73–80, (DOI: 10.4467/21995923GP.20.001.12822). <https://www.ejournals.eu/GP/2020/Vol-19/>
- [4] Kreiner J. M., 2009. *Ziemia i Wszechświat*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie.
- [5] Meller H. 2004. *Słoneczny Dysk z Nebry*. National Geographic Polska, nr 1 (52), p. 45–55.
- [6] Schlosser W. Die Himmelscheibe von Nebra — ein früher Blick des Menschen ins Universum (<https://www.astronomie.de/astronomische-fachgebiete/archaeoastronomie/himmelscheibe-von-nebra/ein-frueher-blick-des-menschen-ins-universum/>).
- [7] Zenz R. 2004. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nebra-3.jpg#/media/Plik:-Nebra-3.jpg>.
- [8] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Dysk\\_z\\_Nebry](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dysk_z_Nebry)



Profesor Władysław Góral studia ukończył na Wydziale Matematyki Fizyki i Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego, uzyskując dyplom magistra astronomii, po czym podjął pracę na Wydziale Geodezji Górniczej AGH, wykorzystując nabytą wiedzę w powstającej nowej specjalności – geodezji satelitarnej. W początkowym okresie pracy zawodowej zajmował się teorią ruchu satelitów na niskich orbitach. Tytuł naukowy profesora uzyskał 2004 r. Większość jego prac naukowo-badawczych koncentruje się na doskonaleniu procedur obliczeniowych zwiększających dokładność i niezawodność rozwiązań wektorów GPS. Jego dorobek naukowy obejmuje ponad 80 pozycji. Po przejściu na emeryturę w 2009 r. większość publikacji autora dotyczy aspektów astronomicznych lokalizacji pradawnych kopców oraz budowli sakralnych Krakowa.

# Druga fala w polskim sektorze kosmicznym

Rozmowa z prezesem Polskiej Agencji Kosmicznej

Zacznijmy od bardzo ogólnego pytania, bo ilekroć wspominałyśmy o Polskiej Agencji Kosmicznej wśród znajomych, którzy nie interesują się na co dzień tematyką kosmosu, to jest wielkie zdziwienie i zaskoczenie. Zadają pytania, co w ogóle robi taka agencja kosmiczna w Polsce, jaka jest jej rola. Bo przecież raczej w Polsce kosmodromu wysyłającego rakiety orbitalne budować nie będziemy, przynajmniej w najbliższych latach.

A tu być może zaskoczę, będziemy, ale o tym później. Najpierw potwierdzę, że ja też spotykam się z tym zaskoczeniem, zdziwieniem, kiedy mówię, że pracuję w Polskiej Agencji Kosmicznej i myślę, że bierze się to stąd, że do mediów trafiają wiadomości o wielkich misjach organizowanych przez Europejską Agencję Kosmiczną czy przez NASA, ostatnio coraz częściej przez Chiny i inne państwa, a już rzadko się mówi, że często istotne elementy tych misji były wykonane w Polsce. W Polsce mamy już sektor kosmiczny, mamy instytuty badawcze, mamy firmy, które budują aparaturę, która w kosmos lata już od wielu lat. Polska aparatura była na co najmniej 80 różnych misjach. Także na Marsa, także na Księżyc, także na komety. I to jest nasza specjalność, bo u nas sektor kosmiczny zrodził się właśnie w instytutach badawczych, gdzie astronomowie chcieli badać daleki kosmos i inne ciała niebieskie, a więc budowali różne instrumenty do tego celu, które wylatywały w kosmos.

Później z tych instytutów powstały pierwsze firmy. Dzisiaj tych firm aktywnie działających w sektorze kosmicznym jest już kilkadziesiąt. Ale sektor kosmiczny to nie tylko budowa instrumentów. To jest cały szereg innych zadań. I dzięki temu w bazie danych Europejskiej Agencji Kosmicznej zarejestrowanych jest około 400 polskich firm, a z tego już 150 wygrało przetargi. Tak że mamy w Polsce już nie tylko agencję kosmiczną, ale mamy też i sektor kosmiczny, który, mam nadzieję, będzie się dynamicznie rozwijał. A rolą agencji kosmicznej jest właśnie koordynacja działań tych firm po to, aby mogły wspólnie odgrywać większą rolę w wielkich programach międzynarodowych i umożliwianie im takiego miękkiego wejścia na rynek poprzez różne zamówienia, które agencja u nich składa i będzie składać. Do tej pory mogliśmy to robić w dość ograniczonym zakresie, natomiast przed nami Krajowy Program Kosmiczny, który pozwoli nam tutaj na pewno rozwinąć skrzydła i uruchomić znacznie więcej działań, zarówno związanych z wynoszeniem różnych statków kosmicznych, jak i z wykorzystaniem technologii kosmicznych i obserwacji Ziemi, czy w nawigacji, czy w telekomunikacji.

**I właśnie o tym polskim programie kosmicznym chcielibyśmy teraz chwilę porozmawiać. Bo Polska Strategia Kosmiczna już gdzieś się przewija od 2017 r., a Krajowy Program Kosmiczny na lata 2021–2026 jeszcze nie został wdrożony. Trwały prekon-sultacje do mniej więcej połowy sierpnia 2021 r. Na jakim etapie jest w tej chwili ten program i co jeszcze musi się stać, żeby wreszcie przez rząd został wdrożony?**

Rzeczywiście Polska Strategia Kosmiczna, przyjęta przez rząd w roku 2017, pokazała cele, do których chcemy dążyć, ale nie dała



Źródło: NCBJ

## Prof. dr hab. Grzegorz Wrochna

Fizyk cząstek elementarnych. W latach 2011–2015 był dyrektorem Narodowego Centrum Badań Jądrowych, potem w latach 2019–2021 podsekretarzem stanu w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a w 2021 r. został prezesem Polskiej Agencji Kosmicznej.

środków, nie pokazała, w jaki sposób mamy te cele osiągać. To ma być właśnie przedmiotem Krajowego Programu Kosmicznego. Jest już po prekon-sultacjach, w których dostaliśmy ponad 500 uwag. Ministerstwo Rozwoju te wszystkie uwagi zebrało, powstał 300-stronicowy dokument i w tej chwili zdecydowana większość, niemal wszystkie uwagi są już uwzględnione bądź odrzucone, ale w większości jednak uwzględnione w nowej wersji. Trwają jeszcze ostatnie konsultacje wewnętrzne pomiędzy ministerstwami, które mają być w to najbardziej zaangażowane. Mamy nadzieję, że program już w ciągu dużych kilku tygodni, małych kilku miesięcy, rzeczywiście będzie mógł przez rząd być przyjęty i będziemy mogli rozpocząć jego realizację.

**Mówił Pan Profesor o wspomaganiu firm, które chcą działać w sektorze kosmicznym w Polsce. A jak jest z dużymi projektami, które Polska Agencja Kosmiczna chce realizować? Mowa choćby o satelitach, które nie są już studenckimi satelitami, jak to w większości przypadków jeszcze w Polsce do tej pory bywało, ale poważnymi naukowymi projektami. Mamy na myśli chociażby projekt satelity UVSat czy szanse włączenia się do misji Gamow Explorer do obserwacji rozbłysków gamma. Czy któ-**



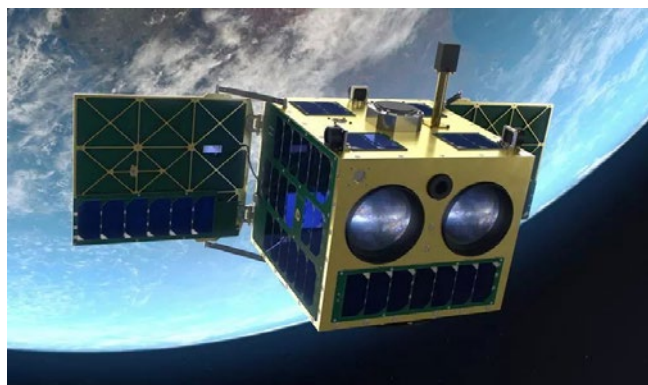
## reś z tych projektów mają szansę na realizację w najbliższych latach?

Zdecydowanie tak i nie tylko. Bo priorytetem Krajowego Programu Kosmicznego jest właśnie budowa zdolności konstruowania i wnoszenia statków kosmicznych. Tu przez statki kosmiczne rozumiemy zarówno te wielkie misje na Księżyc czy na Marsa, nawet te załogowe organizowane przez wielkie agencje, w których będziemy brali udział na zasadzie partnerstwa międzynarodowego, ale także na drugim biegunie — nanosatellity CubeSat, które dzisiaj mogą znacznie więcej niż niegdyś wielkie satelity, a które już mogą być w całości budowane w Polsce. I tutaj rolę agencji jest integracja. Z jednej strony integracja potrzeb naszego państwa, potrzeb społeczeństwa z możliwościami, jakie daje nauka i stymulowanie przemysłu, żeby te możliwości wykorzystywał dla zaspokojenia tych potrzeb. A one są ogromne, zarówno jeśli chodzi o obserwacje Ziemi, bo zdjęcia satelitarne, pomiary radarowe są dzisiaj wykorzystywane już nie tylko w zarządzaniu kryzysowym czy w gospodarce morskiej, w gospodarce przestrzennej, ale także chociażby w rolnictwie.

A skoro tych danych potrzeba coraz więcej, to potrzebne są też satelity, które będą ich dostarczały, potrzebne są całe systemy pozyskiwania danych, analizy. Właśnie integracja tych potrzeb i tych możliwości jest jednym z zadań POLSA. Ale ważna jest też integracja w drugim wymiarze. Polskie firmy bardzo dobrze sobie radzą w przetargach Europejskiej Agencji Kosmicznej, ale często są to niewielkie elementy gdzieś na końcu łańcucha dostaw. Natomiast gdyby połączyć potencjał kilku tych firm, instytucji, które mamy, w jeden większy pakiet, wtedy można by na pewno odegrać większą rolę w takiej misji.

I to właśnie robimy w przypadku misji Gamow. To jest misja NASA, ale oczywiście realizowana we współpracy międzynarodowej, która ma obserwować bardzo odległe błyski gamma, czyli gigantyczne eksplozje w kosmosie, które są wynikiem albo zapadania się supermasywnych gwiazd do czarnej dziury, albo wynikiem połączenia np. gwiazd neutronowych i też stworzenia czarnej dziury. Niesamowite zjawiska. Te właśnie zjawiska ma badać misja Gamow, ma też wykorzystywać uzyskane wyniki do badania wczesnego Wszechświata. Tutaj chcemy zaproponować cały pakiet dla NASA. Kiedy zebraliśmy możliwości, jakie mają polskie firmy, instytucje i przedstawiliśmy współpracownikom z NASA, było to bardzo dobrze przyjęte, zostaliśmy zaproszeni do komitetów technicznych, do rozmów i to jest model, który chcielibyśmy powielić w przyszłości.

Natomiast jeżeli mówimy o satelitach takich jak UVSat, to mamy na myśli budowę satelitów już własnymi siłami. Bo do tej



Wizualizacja satelity UVSat na orbicie



Źródło: Virgin Orbit

Przykład technologii „air launch”. Samolot Virgin Orbit startuje z Mojave Air and Space Port w Kalifornii (USA) z podwieszoną raketą LauncherOne. Rakietą tą jest przeznaczona do wnoszenia niewielkich satelitów na niską orbitę. Zdjęcie z 30.06.2021 r.

pory znakomicie radziliśmy sobie z budowaniem aparatury pomiarowej. W przypadku UVSata to będą pomiary promieniowania ultrafioletowego z dalekiego kosmosu. Mamy coraz większe doświadczenia w budowie komponentów satelitów i już bylibyśmy w stanie wybudować takiego satelitę samodzielnie. Samodzielnie, ale nie jeden instytut, nie jedna firma, tylko rzeczywiście musimy połączyć siły, żeby to stworzyć razem. Ale to tylko dwa przykłady. To dopiero początek. Gamow to takie rozpoznanie bojem.

Ogłosiliśmy niedawno przetarg, konkurs na pomysły misji kosmicznych i tych pomysłów napłynęło kilkanaście. Niektóre naprawdę bardzo atrakcyjne. W 2022 roku ponownie taki nabór ogłosimy i będziemy starali się rozeznaczyć, które z tych pomysłów mają szansę na realizację. Te, które się najlepiej zapowiadają, będziemy wspierać. Będziemy wspierać właśnie w zakresie integracji polskich podmiotów, żeby osiągnąć masę krytyczną w zakresie pozyskiwania finansowania czy też współpracy międzynarodowej, jeżeli taka będzie tutaj korzystna. Tak że tych satelitów polskich i misji z polskim udziałem spodziewamy się w przyszłości znacznie więcej.

**Czyli nie można wykluczyć, że w dosyć niedalekiej przyszłości, możliwe są, powiedzmy, misje bezałogowe księżycowe? Bo w tej chwili już mamy takie środowisko na świecie, że w Stanach Zjednoczonych budowane są komercyjne lądowiska księżycowe, Izrael wysłał własną sondę, więc całkiem możliwe, że takie usługi we współpracy z innymi krajami będziemy mogli też w Polsce wytwarzać.**

Zdecydowanie tak. Już zidentyfikowaliśmy kilka pomysłów na bardzo ciekawe badawcze projekty i zastanawiamy się, jak z tego skonstruować jedną taką misję. Tutaj pomocny może być chociażby program amerykański CLPS wnoszenia na Księżyc. Na pewno skorzystamy z rakiety innego państwa, np. właśnie Stanów Zjednoczonych. Natomiast cały tzw. payload, czyli całą aparaturę, która miałaby się znaleźć na Księżycu, bylibyśmy w stanie wyprodukować w Polsce.

Natomiast jeżeli chcemy wnosić satelity na orbitę, to w tej chwili dla naszych firm wąskim gardłem są właśnie koszty wynoszenia. Ale mamy pomysł, jak te koszty zredukować. Mianowicie chcemy, żeby możliwe było wnoszenie takich satelitów z Polski. Nie możemy z Polski startować pionowo, bo wtedy pierwszy człon rakiety musiałby gdzieś do Bałtyku niedaleko Szwecji wpaść, drugi gdzieś kawałek dalej za Szwecją. A to powoduje zbyt duże poten-

cialne zagrożenie, żebyśmy mogli pozwolić sobie na takie ryzyko. Natomiast w ostatnich latach powstała technologia tzw. air launch, czyli raketę podwieszają pod samolotem. Samolot wystartuje z terytorium Polski, w tym przypadku polecą nad Morze Północne i tam bezpiecznie już taką raketę odpalą. A raketa ma już te 10 km atmosfery za sobą, ma pewną prędkość początkową, w związku z tym już wymagania na budowę takiej rakiety są znacznie mniejsze. Nasze plany w tej chwili coraz bardziej się krystalizują w takim zakresie, że na początku udostępniłobyśmy jedno z naszych lotnisk dla partnera z zagranicy, który by takie loty mógł od nas wykonywać, wynosząc po niższych cenach nasze satelity.

Natomiast w przyszłości chcielibyśmy tę technologię przejąć i samemu mieć możliwości. Najpierw samolot, infrastruktura, ciągle jeszcze korzystając z rakiet innych państw, ale docelowo, myślę, że nasze instytuty, nasze firmy które rozwijają w tej chwili rakiety do lotów suborbitalnych, też będą mogły pokusić się o projekt rakiety już orbitalnej. Ale to w dalszej perspektywie. Myślę, że taki pierwszy air launch z Polski jeszcze przed końcem 2023 r. mógłby mieć miejsce. I wbrew pozorom nie bariery technologiczne tutaj powodują, że ileś czasu zajmuje przygotowanie, tylko formalne i prawne, zarówno po stronie polskiej, jak i kraju dostarczającego technologie (Stanów Zjednoczonych). Jednak już przystąpiliśmy dość intensywnie do prac w tym kierunku. Mamy deklarację administracji amerykańskiej pomocy w tej dziedzinie i myślę, że to jest jak najbardziej realne.

**Pan Profesor wspominał o programie księżycowym Artemis i w październiku tego roku podpisywał Pan porozumienie dwustronne z NASA — Artemis Accords. Co takie porozumienie nam daje, jakie bramy otwiera przed Polską oraz Polską Agencją Kosmiczną i na jaką współpracę możemy liczyć z NASA? Pokróćcie tylko powiedzmy, że Artemis to program powrotu człowieka na Księżyc, który NASA organizuje z międzynarodowymi partnerami.**

Powrotu na Księżyc, a później dalej z Księżycy na Marsa w dalszej perspektywie. Artemis Accords jest to deklaracja. Deklaracja, którą podpisało już kilkanaście państw. Deklaracja warunków, na jakich ma się odbywać współpraca w eksploracji innych ciał niebieskich, Księżycy, Marsa. Novum, które w niej jest w stosunku do obecnie obowiązującego prawa o przestrzeni kosmicznej, jest takie, że można jakąś bazę na Księżycu na przykład, czy na Marsie, stworzyć i uznaje się, że to jest baza danego państwa, można też pobierać próbki, czy wręcz surowce, z obcego ciała niebieskiego.

Jest to deklaracja, bo jeszcze prawo międzynarodowe tego nie reguluje. Trwają prace na forum ONZ, bo coraz większe zainteresowanie w różnych państwach w tej chwili jest rzeczywiście takim właśnie wykorzystaniem innych ciał niebieskich. A tymczasem zanim to prawo powstanie, to jest taka nie wiążąca deklaracja o tym, że biorąc udział w tych programach będziemy się tam przyzwyczajali zachowywać, mówiąc wprost. I to jest taki pierwszy krok do tego, żeby nasze firmy, nasze instytuty mogły brać aktywny udział w programie Artemis, ale także skuteczniej uczestniczyć w innych programach NASA.

Przed nami prace nad dużą umową ramową między NASA a Polską, a później konkretne już umowy implementacyjne związane z udziałem w konkretnych programach.

**Jak obecnie Pan Profesor ocenia stan polskiego sektora kosmicznego? Bo mówiliśmy dużo o tym, że wiele firm już wytwa-**



Artystyczna wizja bazy na Księżycu, która ma być prowadzona w ramach programu Artemis

Źródło: NASA

**rzało kontrakty na przykład z Europejską Agencją Kosmiczną czy z NASA, ładunki naukowe w innych satelitach czy też komponenty dla naukowych satelitów. W czym jesteśmy wyróżniający się na tle Europy, konkurencyjni i gdzie mamy potencjał, by być w czołówce na świecie?**

Przede wszystkim musimy zauważyć, co się dzieje na świecie, jeżeli chodzi o wykorzystanie kosmosu. Jesteśmy świadkami ogromnej rewolucji, bym powiedział. To jest epoka, w której tracą dominację wielkie agencje. One nadal będą dominowały, jeżeli chodzi o misje eksploracyjne, to cośmy mówili o Marsie na przykład. Ale już nawet Księżyc coraz częściej staje się obiektem zainteresowań prywatnych przedsiębiorców. Sektor prywatny rozwija się bardzo dynamicznie i w Stanach Zjednoczonych, i w Europie. Dla Polski to jest szansa przeskoczenia pewnego etapu. My nie musimy już mozolnie budować tych wielkich misji, tak jak kiedyś to robiła NASA czy Roskosmos.

My możemy od razu przeskoczyć do tych małych satelitów, do konstelacji małych satelitów, które można budować znacznie taniej, znacznie szybciej, w zupełnie innych modelach biznesowych. Tę szansę dostrzegło wiele naszych firm i przy wsparciu rządowym, przy wsparciu Polskiej Agencji Kosmicznej, one naprawdę mają szansę stworzenia w Polsce rynku i wyjścia na rynki międzynarodowe. To co powiedziałem wcześniej, te 80 co najmniej instrumentów na różnych misjach kosmicznych, te 150 przetargów wygranych w Europejskiej Agencji Kosmicznej, to pokazuje, że jest ogromny potencjał. A za chwilę wejdzie druga fala.

W tej chwili emocjonujemy się negatywnymi falami związanymi z pandemią, a tutaj mamy fale pozytywne. Ta druga fala to są studenci. Obserwujemy fantastyczną działalność kół studenckich. Studenci budują rakiety, budują satelity i w momencie, kiedy oni przejdą do sektora kosmicznego, spodziewam się kolejnego boomu, wysypu firm czy też rozrostu tych firm, które już dzisiaj są na rynku. Ale nadchodzi też trzecia fala. Niedawno rozstrzygnęliśmy konkurs „Moje kosmiczne wakacje” dla jeszcze młodszej generacji. I o ile kiedyś dzieciaki nadsyłały rysunki kredkami na papierze, to dzisiaj są to filmy, jakieś instalacje, zaawansowane projekty. Naprawdę serce rośnie, jak się na to patrzy. Więc przyszłość dla naszego sektora kosmicznego jest znakomita na długie lata.

**Pan Profesor wspominał o konkursach i tu możemy płynnie przejść do tematu edukacji. Bo oprócz działalności POLSA związanej ze wspieraniem biznesu, ważna jest również działalność związana z tym, by byli ludzie, którzy ten biznes będą robić. To jest biznes high-tech, do tego potrzeba bardzo dużo**



zdolnych uczniów, potem studentów. Jakie działania POLSA podejmuje w zakresie edukacji kosmicznej i czy jest to też priorytetem agencji, by angażować się w programy edukacyjne?

Zdecydowanie jest to jeden z priorytetów, bo firmy sektora kosmicznego, jeżeli pytamy je o bariery rozwoju, właśnie mówią: brakuje wykwalifikowanej kadry. Staramy się w związku z tym dotrzeć i do studentów, i do uczniów szkół średnich, i już nawet do przedszkoli. Jeśli mówimy o studentach, to przy Prezesie POLSA jest Rada Studentów, którzy reprezentują różne koła naukowe z całej Polski. Oni nas informują, co się dzieje, zgłaszają różne postulaty, staramy się im jakoś pomagać rozwijać tę działalność. Organizujemy konkurs na pracę dyplomową z tej dziedziny i będziemy też wspierać studentów w pozyskiwaniu możliwości różnych staży zagranicznych, np. w agencjach innych krajów.

Idąc do szkół średnich i do najmłodszych, to są konkursy właśnie takie, jak „Moje kosmiczne wakacje”. Ale planujemy dużo szerszy pakiet edukacyjny z okazji 550. rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika, która przypada w 2023 roku. Już Panu Ministrowi Czarkowi przedstawiłem nasze propozycje. Będzie kilka, osiem, dziewięć, może dziesięć pomysłów takich, żeby można było np. do szkół dostarczyć jakiś sprzęt czy też dostarczyć jakiegoś programu edukacyjnego. Podam tylko przykład. To znowu studenci opracowali bardzo prosty zestaw do odbioru zdjęć satelitarnych z satelitów, które nadają w formacie otwartym. Niemalże kilka kawałków drutu i kawałek sznurka i już można odbierać obrazy na satelicie. Chcielibyśmy wyprodukować na przykład 1000 takich zestawów i podarować je szkołom, aby uczniowie sami mogli sobie taki zestaw zmontować z elementów i samodzielnie odbierać zdjęcia satelitarne, a potem je na różne sposoby analizować. To jeden przykład. Myślimy o grze komputerowej, która by przedstawiała, przypominała osiągnięcia Kopernika i pokazywała miejsca w Polsce związane z Kopernikiem, ale jednocześnie mówiła nam coś więcej o dzisiejszym sektorze kosmicznym. Myślimy o wakacjach w młodzieżowych obserwatoriach astronomicznych, jest tego w Polsce kilka, jeżeli nie kilkanaście. Można by tutaj ufundować więcej turnusów z okazji tej pięknej rocznicy. Pracujemy też nad wystawą objazdową, gdzie kilka ciężarówek jeździłoby od miasta do miasta i tam byłaby ekspozycja związana z kosmosem. Tak że trafilibyśmy wtedy do najdalszych zakątków naszego kraju. Więc ten pakiet projektów edukacyjnych jest naprawdę bardzo bogaty i mamy nadzieję, że to wszystko się skumuluje właśnie w roku 550. rocznicy urodzin Kopernika.



Polska Agencja  
Kosmiczna

Agencja rządowa utworzona ustawą z dnia 26 września 2014 r. Ma za zadanie wspieranie przemysłu kosmicznego, użytkowania przestrzeni kosmicznej, badań kosmosu i wykorzystania ich do celów użytkowych, gospodarczych, obronnych i naukowych. Siedziba agencji znajduje się w Gdańsku, posiada także oddziały w Warszawie i Rzeszowie. Skrót POLSA pochodzi od angielskiej nazwy Polish Space Agency. Witryna internetowa: <https://polsa.gov.pl>.

Kontynuujemy jeszcze temat inicjatyw edukacyjnych. Środowiska popularyzatorskie wskazują, że w Polsce brakuje stałego programu rządowego, który by udzielał finansowania dla projektów edukacyjnych nie powiązanych ściśle np. z misją konkretnego satelity, ale ogólnie edukującymi ludzi w zakresie właśnie wykorzystania przestrzeni kosmicznej, astronomii, tak żeby taki przeciętny Kowalski wiedział, że rzeczywiście warto w ten sektor inwestować. Czy Polska Agencja Kosmiczna ma zamiar jakoś współpracować z organizacjami pozarządowymi w tym zakresie, żeby takie inicjatywy promować?

Z organizacjami pozarządowymi już w tej chwili intensywnie współpracujemy. Właśnie wróciłem z konferencji koncyliacyjnej Instytutu Metropolitalnego w Gdańsku, z którym podpisaliśmy porozumienie o tego typu działaniach. Odbyło się to w gdańskim muzeum nauki Hevelianum, z którym też mamy podpisaną umowę i realizujemy wspólnie różne projekty. Niedługo podpiszemy umowę z Toruńskim Inkubatorem Technologii, gdzie też tego typu działania edukacyjne będziemy prowadzić. To tylko dosłownie działania z ostatnich miesięcy, dwóch czy trzech. Takich inicjatyw mamy więcej i ta współpraca jest znacznie bogatsza. Natomiast tego typu granty, owszem, bardzo chcielibyśmy udzielać, niestety w tej chwili nie mamy jeszcze takich możliwości prawnych. Wprawdzie ustawa nam na to pozwala, ale nie ma jeszcze rozporządzenia wykonawczego ministra, które pozwalałoby nam udzielać grantów. W tej chwili my tylko możemy coś kupować. Możemy kupować usługi, możemy kupować produkty i w ten sposób staramy się też wspierać.

Możemy też sami coś organizować i współorganizować. Natomiast jeżeli chodzi o udzielanie grantów, no to czekamy ciągle na rozporządzenie, które nam na to pozwoli. Ale myślę, że bardzo dużo zrobiliśmy też w tym roku, jeżeli chodzi o różnego rodzaju konferencje i inne zdarzenia online. Trudno to było zrealizować stacjonarnie, ale to z kolei miało tę zaletę, że zasięg mógł być ogólnopolski. Chociażby dosłownie kilka dni temu (23–24.11.2021 r. — dop. red.) odbyła się dość duża konferencja organizowana wspólnie z Ministerstwem Rozwoju z okazji stulecia urodzin Lema. Pierwszego dnia mówiliśmy bardzo dużo o tym, jak twórczość Lema wpłynęła na rozwój sektora kosmicznego, także w Polsce. Mówiliśmy o tej jego roli kulturotwórczej. A drugiego dnia mówiliśmy już konkretnie o tych naszych misjach kosmicznych, o których wspominałem wcześniej. Takich konferencji, wydarzeń, w których braliśmy udział, w tym roku było co najmniej kilkanaście i myślę, że będziemy to kontynuować. Czy to w formie hybrydowej czy online, czy stacjonarnej to już zobaczymy, jak sytuacja pandemiczna nam pozwoli.

**Nie trzeba być bardzo spostrzegawczym, żeby zauważyć, że nie tytułujemy Pana „Panie Prezesie” tylko „Panie Profesorze”. I może rozwińmy ten wątek. Bo jest Pan Profesor ściśle związany z nauką. Proszę powiedzieć, jak wyglądała Pana kariera naukowa w fizyce, zanim stał się Pan prezesem Polskiej Agencji Kosmicznej.**

Trzeba zacząć od wczesnego dzieciństwa. Z jednej strony od lektury książki, która z maminej półki była wzięta: „Wszechświat i jego zagadki”. W tej książce jeszcze pisano o zmienności roślinności na Marsie wraz z porami roku. Niemniej jednak fascynacja kosmosem została skutecznie zaszczepiona. Później to się połączyło z kolei z obserwacją majsterkowania przez moją tatę, który różne urządzenia elektroniczne samemu konstruował

i pierwszy telewizor na ulicy był właśnie w naszym domu. Zawsze byliśmy w technologiach w domu o krok przed innymi. To się później wspaniale połączyło w takich praktycznych zainteresowaniach naukowych. Jeszcze w szkole średniej startowałem m.in. także w Olimpiadzie Astronomicznej i miałem tam drugie miejsce, a nagrodę wręczał mi sam Pan Profesor Rybka. To dla mnie było też ogromnym przeżyciem.

Ale później, kiedy przyszedł czas wyboru studiów, to wtedy wydawało się, że astronomia doszła do kresu możliwości, bo teleskopy osiągnęły limit fluktuacji atmosfery, nie było sensu budowania już niczego większego niż te największe teleskopy, bo atmosfera nie pozwalała sięgnąć dalej. Wkrótce potem wynaleziono optykę adaptacyjną, wysłano teleskop na orbitę. Ale to było później. Natomiast w tym czasie, kiedy ja zdecydowałem o studiach, dużo więcej o kosmosie, o Wszechświecie mogła powiedzieć fizyka cząstek elementarnych. Bo to i procesy zachodzące w gwiazdach i początki Wszechświata — pierwsze ułamki sekund, pierwsze sekundy, pierwsze minuty. To wszystko nam opowiedziała, wyjaśniła właśnie fizyka cząstek. I dlatego poszedłem w tym kierunku. Ale ciągle interesowałem się właśnie kosmologią, astrofizyką i poszukiwałem jakichś ciekawych pomysłów naukowych właśnie na styku tych dziedzin.

Ciekawym pomysłem okazał się projekt Pi of the Sky, gdzie wspólnie z profesorem Mankiewiczem, przy wielkiej pomocy profesora Paczyńskiego i doktora Pojmańskiego, stworzyliśmy aparaturę, która poszukiwała optycznych odpowiedników błysków gamma. Tam właśnie zastosowaliśmy metody analizy wzięte z fizyki cząstek. Czyli nie tak jak to w astronomii bywało, długi czas ekspozycji, później mozolna analiza tych zdjęć, tylko zdjęcia robione co 5-10 sekund, analiza online i zachowywanie tylko tych fragmentów zdjęć, gdzie było podejrzenie, że coś ciekawego się dzieje. Oczywiście skutkiem jak gdyby ubocznym tego było, że zasięg był nieduży i mogliśmy zarejestrować tylko najsilniejsze błyski.

No ale kiedy się wreszcie udało, zaobserwowaliśmy błysk, który chyba był w ogóle największym pod względem mocy, nie energii, ale mocy, wybuchem, jaki kiedykolwiek człowiek zaobserwował. I z ogromną przyjemnością, chyba dwa dni później, dostałem telefon od szefa projektu Swift, amerykańskiego satelity obserwującego błyski gamma, z propozycją wspólnej publikacji w *Nature*. I to było o tyle ciekawe, że wspólnie złapaliśmy dwa krańce widma. Oni w gamma, my w promieniowaniu widzialnym. Co najważniejsze, dzięki właśnie metodom zaczerpniętym z fizyki cząstek, możliwa była obserwacja nie już po wybuchu, jak to dotychczas inni obserwowali, kierując teleskopy po sygnale gamma z satelitów, tylko myśmy tam byli już wcześniej i obserwowaliśmy już narastanie blasku tego błysku gamma i to było pewnym przełomem. Bardzo ciekawa przygoda.

Przy okazji niemalże niechcący zbudowaliśmy chyba pierwszy w Polsce system śledzenia satelitów, bo okazało się, że to one nam najbardziej przeszkadzają w obserwowaniu błysków gamma. Musieliśmy je wszystkie rozpoznawać, rejestrować. Bo oczywiście bazy danych, którymi dysponowaliśmy, czy co natowskie, czy amerykańskie, czy unijne, nie posiadały wszystkich satelitów, które na naszym niebie latają. I ten projekt później z kolei zaowocował utworzeniem w Instytucie Problemów Jądrowych laboratorium aparatury astrofizycznej. Tam były też budowane kryształy do detektorów promieniowania gamma, które poleciały w kosmos na misji Polar.



Zdjęcie: Pi of the Sky

Robotyczne teleskopy projektu Pi of the Sky w obserwatorium INTA – El Arenosillo w Hiszpanii. Zdjęcie z 2013 r.

Z czasem utworzyłem w Narodowym Centrum Badań Jądrowych zakład astrofizyki cząstek. Także cały czas z tym kosmosie jako miałem do czynienia. A kiedy znalazłem się na stanowisku podsekretarza stanu w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego, to Polska Agencja Kosmiczna była w moim portfolio — współpraca z Polską Agencją Kosmiczną. I tam właśnie miałem okazję zapoznać się z jej działalnością. Mówię to dzisiaj, ale ja sam byłem zaskoczony, kiedy przygotowywałem dokumenty na konkurs na prezesa: jak to wszystko w życiu mnie cudownie prowadziło, jak po sznurku niemalże, do tej roli, do tej funkcji.

**Z rozmowy słyhać, że ta pasja związana z kosmosem towarzyszyła Panu Profesorowi całe życie. Pisał pan kiedyś też do *Uranii*, czyli czasopismo nasze jest Panu Profesorowi znane.**

Ależ oczywiście. W *Uranii* się rozczytywałem w wieku młodości. W czasie kiedy robiliśmy projekt Pi of the Sky, to jednocześnie starałem się popularyzować astronomię poprzez pokazywanie, jak można wykorzystać proste kamery internetowe do obserwacji kosmosu. Bo profesjonalne kamery CCD były absolutnie poza zasięgiem amatorów, kosztowały tysiące, wiele tysięcy dolarów. Tymczasem webkamerkę można było kupić nawet za 100 złotych, można było gdzieś tam za 5 złotych na pchlim targu kupić jakiś obiektyw od aparatu fotograficznego i tym sprzętem można było nawet już badać gwiazdy zmienne. Można było mierzyć jasność tych gwiazd i obserwować ich zmienność. Tylko że te kamery miały ogromne szumy i wyciągnąć istotny sygnał spod tych szumów nie było łatwo. Ale tutaj moje doświadczenie z analizy danych w fizyce cząstek bardzo się przydało. To co opisałem w *Uranii*, to był właśnie algorytm robienia takich obserwacji i ich analizy. I pamiętam, kiedy wysłałem pierwszą wersję artykułu, gdzie w sposób opisowy przedstawiłem, jak to należy robić, to otrzymałem recenzję „nie, tak się tego nie robi”. Oczywiście w zawodowej astronomii tak się tego nie robi, bo tamte szumy są małe, zupełnie inne czynniki decydują o jakości zdjęcia. Wobec tego napisałem wyjaśnienie, a w tym wyjaśnieniu były już dokładne analizy, pokazane wykresy, jak ta metoda poprawia stosunek sygnału do szumu. Mnóstwo histogramów, konkretnych zdjęć, krok po kroku. No i wtedy dostałem wiadomość „to w takim razie my to publikujemy jako drugi artykuł”. I dzięki temu mam dwa artykuły w *Uranii*.

**Jeszcze jedno pytanie związane z edukacją. Czy uważa Pan Profesor, że w tej chwili astronomii w szkole jest wystarczająco**



**dużo? Bo i lekcji fizyki nie ma zbyt wiele w tej chwili w programie nauczania chociażby w szkole średniej. Czy nie powinno się może nawet wydzielić przedmiotu astronomia jako osobny przedmiot w szkole. Jakie jest Pana zdanie?**

Trudno mi powiedzieć z tego względu, że moje dzieci mają już ponad 30 lat, a wnuków się jeszcze nie doczekałem. W związku z tym nie śledzę tego tak emocjonalnie, jak śledziłem jeszcze, powiedzmy, 20 lat temu. Z tego, co się orientuję, rzeczywiście wymagania, które się stawia uczniom w zakresie przedmiotów ścisłych, są znacznie niższe niż te, które pamiętam ze swojej młodości czy jeszcze właśnie młodości moich dzieci. I to chyba nie jest dobrze. Bo nawet jeżeli niektóre wzory matematyczne nie są nam na co dzień potrzebne — mało kto rozkłada wielomiany na czynniki, prawda? Niemniej jednak wykształcenie matematyczne, przyrodnicze, w sensie właśnie fizyki czy astronomii, daje bardzo ważną umiejętność racjonalnego spojrzenia na naszą rzeczywistość. To bardzo dobrze teraz widać na przykładzie pandemii, kiedy tak naprawdę, żeby zrozumieć, co się dzieje, trzeba operować prawdopodobieństwami. Tutaj zmienność osobnicza, odpowiedź organizmu na szczepionkę, na wirusa, bardzo zależy od danego człowieka, natomiast statystycznie można powiedzieć bardzo dużo. Tylko trzeba wierzyć w tę statystykę, trzeba umieć te procesy śledzić. Jeżeli w szkole byśmy się uczyli więcej matematyki, więcej fizyki, więcej astronomii, to na pewno potrafilibyśmy też racjonalnie się zachowywać w takich sytuacjach kryzysowych, jakie mamy dzisiaj.

Czy wyodrębnić określony przedmiot, czy robić to raczej w formie szerszego programu? Ja bym to pozostawił ekspertom. Bo takie podejście bardziej integralne, gdzie nie mówimy w wyizolowany sposób o matematyce, o fizyce, o chemii, o biologii, tylko mówimy, że matematyka jest narzędziem fizyki, narzędziem astronomii, że biologia też się opiera na fizyce itd., też ma swoje zalety i nie potrafię powiedzieć, które z tych rozwiązań jest dobre. Na pewno o astronomii powinno być więcej. Ale też powinno być już więcej o tym kosmosie użytkowym. O tym, że astronomia to już nie tylko romantyzm, to już nie tylko patrzeć w niebo, że jest to ważna dziedzina gospodarki, żeby ci młodzi ludzie mogli dokonać właściwych wyborów, idąc do określonych klas w szkole średniej czy później na określone studia.

Dzisiaj mamy taki paradoks, że z jednej strony jest to zapotrzebowanie przemysłu na kadry, o którym mówiłem, a z drugiej strony ogromne zainteresowanie młodych ludzi, co widzimy chociażby po konkursach typu „Moje kosmiczne wakacje”. Ale ci młodzi ludzie są zagubieni. Im się wydaje, że muszą na astronomię iść na przykład, żeby móc pracować w sektorze kosmicznym. Oczywiście astronomów potrzebujemy, fizyków potrzebujemy, inżynierów bardzo potrzebujemy, ale dziś potrzebujemy menedżerów, finansistów, prawników, nawet biologów coraz częściej. Więc ja młodym ludziom powtarzam: idźcie w ten kierunek, który dla Was jest najlepszy, gdzie możecie się najlepiej rozwijać. Bo do sektora kosmicznego trafią ludzie z każdego dziedziny, ale tylko ci najlep-

Artykuły prof. Grzegorz Wrochny w „Uranii”:

Obserwacje gwiazd zmiennych kamerą internetową, Urania nr 1/2002, s. 31

Analiza obrazów CCD z kamery internetowej, Urania nr 2/2002, s. 69

Można je znaleźć w Cyfrowym Archiwum Uranii pod adresem <https://www.uraniam.edu.pl/archiwum>

si. I tę świadomość trzeba budować już w szkole, żeby później ci ludzie gdzieś nie uciekli, żeby mogli odpowiednią ścieżkę kariery wybrać.

**Dzięki tej świadomości i edukacji może byłoby mniej pytań „po co komu Polska Agencja Kosmiczna”. Ostatnie pytanie: jaka jest wizja Pana Profesora rozwoju sektora kosmicznego w Polsce. Gdybyśmy się mieli przenieść o 10 lat do przodu, jak Polska Agencja Kosmiczna powinna wyglądać?**

Powinniśmy rozwinąć z jednej strony nasze możliwości operacyjne. W tym celu planujemy wybudowanie centrum operacyjnego POLSA, które skupiałoby kilka funkcji. Po pierwsze, stanowiłoby tzw. segment naziemny, czyli centrum kontroli lotów naszych satelitów państwowych, które m.in. planujemy właśnie w ramach Krajowego Programu Kosmicznego. Z drugiej strony pełniłaby rolę centrum Narodowego Systemu Informacji Satelitarnej, gdzie byłoby pozyskiwane, gromadzone i udostępniane zarówno dane, jak i produkty czy usługi oparte o obserwację Ziemi. Oczywiście nie wszystkie te usługi, a nawet niewiele z nich, dostarczałaby Polska Agencja Kosmiczna. Chodziłoby o to, żeby stworzyć pole do działania dla sektora prywatnego, żeby to przemysł mógł te usługi, te produkty dostarczać, a my znowu tylko byśmy tutaj integrowali.

No i wreszcie bezpieczeństwo kosmiczne. Na orbicie coraz gęściej. My mamy dużą sieć teleskopów, których właścicielami są instytucje naukowe, prywatne firmy, ale mamy także własne sensory i jesteśmy w europejskim konsorcjum, które obserwuje, co się dzieje na orbicie, ostrzega przed możliwymi zderzeniami. Chcemy też tutaj rozwinąć swoje możliwości. I to by była rola właśnie tego centrum operacyjnego POLSA. Ale też ruszamy znowu ze zdwojoną energią nad ustawą o działalności kosmicznej. I to też pozwoli nam być bardziej aktywnym graczem na tej scenie. Bo w tej chwili możemy tylko wspierać, integrować, pomagać. I to robimy. Natomiast mamy nadzieję, że ustawa pozwoli nam tutaj na prowadzenie działalności już takiej bardziej konkretnej, że za tym pójdą też konkretne fundusze. To jak widzę POLSA za te parę lat.

Natomiast nasz sektor kosmiczny — na pewno już kilka własnych misji, dużo większa rola w misjach ESA, także w misjach NASA i ekspansja tych naszych firm, które startują na rynku polskim, ekspansja na rynki zagraniczne. To już obserwujemy. Niedawno byłem świadkiem podpisania dwóch umów przez polskie firmy z partnerami zagranicznymi, z Rumunią, z Omanem. Myślę, że to jest kierunek rozwoju, który też będziemy wspierać. De facto już go wspieramy, rozmawiając z innymi agencjami i oferując tutaj usługi, produkty naszych firm. Ale myślę, że to się dużo bardziej rozwine i że polskie firmy staną się istotnym graczem na rynkach nie tylko europejskich, ale także i poza Europą.

Pełną rozmowę w wersji audio z dnia 29.11.2021 można posłuchać w podcaście „Kosmiczne rozmowy” na kanale Urania TV na YouTube ([www.youtube.com/UraniaTV](http://www.youtube.com/UraniaTV)). Zapis jest również dostępny w portalu Uranii na stronie [www.uraniam.edu.pl/wywiady](http://www.uraniam.edu.pl/wywiady).

Rozmowę przeprowadzili i przygotowali do druku Rafał Grabiański i Krzysztof Czart

# Kosmiczny rynek pracy



 **Maciej Rybiński**

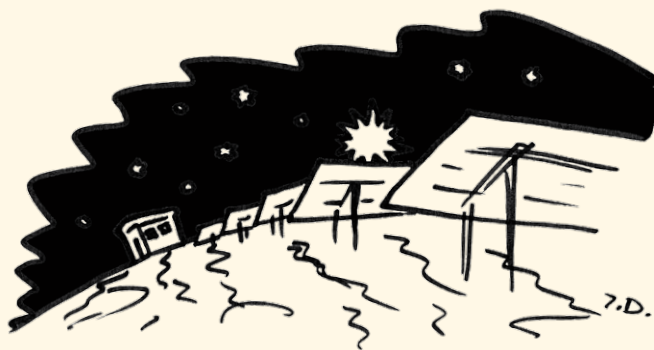
**W**izyta w pośredniaku ją przygnębiała. Czekając cierpliwie wśród tłumu smutnych twarzy, bez przekonania przyglądała się ofertom pracy wyświetlającym się na monitorze nad jej głową.

Propozycja operowania koparką na Wenus wzbudziła jej zdziwienie ze względu na padające tam deszcze kwasu siarkowego. Kto w ogóle byłby tym zainteresowany? Chyba tylko jakiś masochista. Ciężka harówka w brudzie i smrodzie na platformie wiertniczej na Tytanie, gdzie na głowę padał płynny metan, również nie wywołała jej zachwyty. Raczej odrazę. A na samą myśl o serwowaniu kielbasek z grilla na Merkury, przy porywach ognistej gorącej wiatru słonecznego, zaczęła ją boleć głowa. Zignorowała także wożenie turystów balonem na Neptunie. Ten biznes oceniła jako zbyt niepewny w obliczu wiejących na planecie ekstremalnie silnych, lodowatych wiatrów. Nawet bycie windziarzem w windzie kosmicznej na Marsie to ryzykowne zajęcie w związku z trwającymi tam całymi miesiącami gigantycznymi burzami piaskowymi. Dopiero opiekun paneli fotowoltaicznych na Europie wydał się jej wystarczająco spokojną propozycją. W przeludnionym, nieprzewidywalnym świecie stała praca dużą wartością. Kobieta była świadoma tego, że nie mogła sobie pozwolić na wybrzydzenie w nieskończoność, więc bez zbędnej zwłoki zgłosiła swą kandydaturę na to stanowisko. A jako że okazała się pierwsza i spełniała niewygodne wymagania, to od razu została zaaprobowana.

**M**iędzyplanetarny taksjarski ceny miał kosmiczne, ale uznała, że było warto. Zwłaszcza że prom na tej trasie latał niezwykle rzadko, a spóźnić się na rozpoczęcie pracy nie chciała. Z pewnością okazałoby się wówczas, że na jej stanowisko czyhały już setki innych bezrobotnych, niemających w dodatku problemu z punktualnością.

Wkrótce więc znalazła się na Europie, jednym z czterech największych księżyców Jowisza. Stąpienie po cienkim lodzie zawsze budziło jej przerażenie, ale zmrożona skorupa, po której właśnie chodziła, była bardzo gruba i nawet świadomość, że bezpośrednio pod nią znajdował się ogromny, głęboki ocean, nie wywołała u niej niepokoju. W niedużej bazie, która stała się teraz jej domem, czekały na nią wytyczne od pracodawcy. Jej głównym zadaniem było utrzymywanie w stałej gotowości stacji ładującej dla małych statków kosmicznych. Energię zapewniać miała ogromna instalacja fotowoltaiczna i to właśnie nią zobowiązana była przede wszystkim się zajmować. Dodatkowym antidotum na nudę miała być utylizacja starych, wyeksploatowanych pa-

neli z konstrukcji obsługiwanej przez poprzedniego opiekuna, który odszedł dopiero po wypełnieniu 30-letniego kontraktu. Ona, mimo wszystko, nie zamierzała utknąć aż tak długo na tym na wskroś surowym księżycu. Tym bardziej że samotność i monotony krajobraz to nie były jedyne problemy pracy na Europie. Z bazy kobieta wychodzić mogła bowiem wyłącznie w specjalnie przystosowanym skafandrze, który niwelował skutki panujących tam warunków atmosferycznych. Bardzo silne promieniowanie, temperatura grubo poniżej zera i ledwie śladowe ilości tlenu nie sprzyjały przywiązaniu się i rozwojowi głębszych uczuć wobec tego ciała niebieskiego.



Rys. J. Drogoszowski

**I**nstalacja solarna składała się z piętnastu tysięcy sztuk paneli, sterowanych przez czujnik nasłonecznienia. Podążały za słońcem w ciągu dnia, ustawiając się pod najlepszym kątem do promieni słonecznych, a po zmroku ich skrzydła zamykały się, by uniknąć wychłodzenia.

Choć panele były niezwykle odporne na wszelkiego rodzaju zanieczyszczenia i inne czynniki atmosferyczne, musiała unikać sytuacji, w której powierzchnia któregośkolwiek modułu została choć częściowo przysłonięta, co wpływało negatywnie na wydajność pracy całej instalacji. Bardzo niepożądanym zjawiskiem było zatem pokrywanie się cienką warstwą lodu szklanych powłok paneli. Przeciwdziałała temu wbudowana wewnątrz cienka siateczka przewodów ogrzewających. Ale, jak opiekunka się przekonała, skrobaczka do lodu też się czasem przydawała.

Nie mogła sobie zatem pozwolić na najdrobniejsze nawet zaniedbanie. Gdy wydajność paneli, kontrolowana elektronicznie, zaczynała gwałtownie spadać, odzywała się syrena alarmowa. Poziom poniżej 80% określony został jako stan ostrzegawczy.



A jeśli efektywność znalazła się poniżej wartości 60%, nowo zatrudniona mogłaby zacząć pakować walizkę. Przykładała się więc do swej pracy, codziennie czyszcząc, polerując i chuchając, by nic nie ograniczało działania instalacji.

Do paneli podłączony był potężny akumulator, mający służyć sporadycznym klientom. Kilka razy dziennie, a czasem ledwie parę razy w tygodniu operatorka miała okazję porozmawiać krótko z międzyplanetarnymi wędrowcami, którzy zatrzymywali się na stacji, by doładować latające wehikuły. Małym statkom kosmicznym, w przeciwieństwie do ich większych koleżanek i kolegów, nie opłacało się korzystać z powszechnej, lecz niezwykle kosztownej energii jądrowej. Z kolei paliwa były trudno dostępne i co za tym idzie również bardzo drogie. Napęd elektryczny był dużo tańszy, ale że nie wystarczała na długo, podobne stacje fotowoltaiczne były gęsto rozsiane po całym Układzie Słonecznym. Tak więc, nie niepokojona zbyt często przez nikogo kobieta mogłaby dzięki tej pracy zaznać upragnionego spokoju, gdyby nie drugie zadanie, które jej przypało. I dlatego narzekała w samotności na, jak się ostatecznie okazało, kiepskie warunki pracy, żałując trochę, że nie istniał związek zawodowy opiekunów paneli fotowoltaicznych. A przecież takich jak ona były setki, jak nie tysiące, zastanawiała się więc, czy wszyscy oni też musieli wylewać siódme poty, grzebiąc w starych instalacjach.

Całkowity recykling zużytych paneli okazał się bowiem ciężką fizyczną pracą. Choć głównie wykorzystywała w tym celu specjalistyczną, bardzo dokładną automatykę, część czynności zmuszona była wykonywać ręcznie. Poszczególne elementy poprzedniej instalacji, zbudowanej w przestarzałej, niestosowanej już technologii, składała w odpowiednich kontenerach, które raz w tygodniu opróżniane były przez firmową śmieciarkę. Różne surowce, jak krzem, aluminium czy szkło, służyły potem do konstrukcji nowoczesnych statków i baz planetarnych. Za każdym razem, przy rozkładaniu poszczególnych paneli, zostawały jej jednak jakieś lśniące drobinki, które nigdzie nie pasowały, a w skądinąd bardzo szczegółowych wytycznych nie było na ich temat ani słowa. Nie było ich dużo, więc się nimi nie przejmowała, gromadząc je w jednym miejscu na uboczu.

**P**rzez kilka lat, które potrzebowała na utylizację wszystkich wyeksploatowanych paneli fotowoltaicznych, zbierała niemałą kupkę połyskującego odpadu. Nie wiedząc, co z tym zrobić, udała się na Ziemię, zamienioną przez wieki rabunkowej gospodarki w wielką, jałową pustynię. Gdy pokazała błyszczące drobinki właścicielowi lombardu, tylko wzruszył ramionami. Na złomowisku również nie spotkała się z zainteresowaniem. Dopiero jubiler z niedowierzaniem wybałuszył oczy na ten widok, po czym zapłacił jej sumę, która była dla niej prawdziwym majątkiem. Wyjaśnił, że metale szlachetne na Ziemi — opróżnionej do cna z wszelkich kruszców — cieszyły się ogromnym popytem. Bowiem to, co kobieta mu przyniosła, było dawno przez niego niewidzianym srebrem.

Za uzyskane fundusze nabyła maszynę do filtrowania diamentowych deszczy na Uranie. Zaciskała zęby, cierpiąc na siarczystym mrozie i porywistym wietrze, aż po paru latach wzbogaciła się na tyle, by móc w końcu zająć się czymś spokojniejszym. Zakupiła małego, lekkiego satelitę, wyposażonego w chwytak na kosmiczne odpadki, którym mogła sterować zdalnie, nie ruszając się z ulubionego fotela i popijając kaktusową lemoniadę. Operowanie tym urządzeniem było bezproblemowe, a wszelkie

planetarne zjawiska pogodowe już nie zaprzętały jej głowy, więc mogła w spokoju kontrolować podróż po przestrzeni kosmicznej, zgarniając co ciekawszy dryfujący złom, którego w Układzie Słonecznym było co niemiara. Ta bezstresowa praca zapewniła jej w końcu tak bardzo upragniony relaks.

Potrwał on jednak ledwie kilka dni, gdyż jej drogiego satelitę trafiła zbłąkana asteroida wielkości mikrofalówki. Tak mały obiekt prześlizgnął się niezauważenie przez z pozoru szczelną siatkę międzyplanetarnego programu obserwacyjnego i w efekcie właścicielka nie została ostrzeżona na czas. Zostawszy bez środków do życia, ponownie więc wylądowała w pośredniaku, rozważając, co byłoby najmniej niebezpieczne i nie uprzykrzyłoby jej zbytnio życia. Łatwe do wyobrażenia warunki pracy w kopalni bazaltu na Io albo w hucie żelaza na Daktylu z pewnością nie należały do jej wymarzonych, więc tylko się skrzywiła na widok tych ofert. Z kolei napelniaacz butli tlenowych na Ganimesie nie sprawiał wrażenia poważnej propozycji, a stanowisko kucharza w barze na Kallisto przerastało niestety jej umiejętności kulinarne. Przez chwilę zastanawiała się nad intrygująco brzmiącym łowcą zorzy polarnej na Jowiszu, ale w końcu, pod presją otaczającego ją tłumu innych desperatów pilnie poszukujących pracy, zdecydowała się zatrudnić w wypożyczalni łyżew przy lodowisku na mroźnym Enceladusie. I choć zdawało jej się, że ta robota zapewni jej wreszcie tak długo wyczekiwany spokój, miała nieodparte poczucie déjà vu.

#### Referencje:

- Innowacyjny recykling paneli fotowoltaicznych Wydział Górniczo-Hutniczy Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie oraz spółka 2loop Tech (<https://www.urania.edu.pl/wiadomosci/innowacyjny-recykling-paneli-fotowoltaicznych-w-agh>)
- Clear Space 1, model satelity z chwytakiem na kosmiczne odpady Laboratorium Mechatroniki i Robotyki Satelitarnej w Centrum Badań Kosmicznych PAN (<https://www.urania.edu.pl/wiadomosci/chwytak-kamikadze-na-kosmiczne-odpady>)

## LEM 2021

### NOWE DZIENNIKI GWIAZDOWE

Nasz konkurs „Nowe Dzienniki Gwiazdowe” wciąż trwa! Dostaliśmy ostatnio wiele prac, które zostały bardzo pozytywnie przyjęte przez redakcyjne jury. Zachęcamy zatem do nadsyłania kolejnych prac ([konkurslem@urania.edu.pl](mailto:konkurslem@urania.edu.pl)), pamiętając o wymaganiach konkursowych, a w szczególności limicie znaków.

W lutym na Portalu Uranii upubliczniliśmy nowe opowiadania konkursowe. Kolejne znajdują się tam już w najbliższych tygodniach. Poniżej lista wszystkich prac przyjętych w ostatnim czasie do upublicznienia lub druku:

1. Marcin Hołowacz: Czerwone Nowe
2. Luiza Wilczyńska: Skąd fosfina?
3. Emil Zawadzki: Taranis IV
4. Małgorzata Eljaszuk-Sanchez: Jedna z tysiąca pierwszych
5. Małgorzata Eljaszuk-Sanchez: Awirus
6. Maciej Rybiński: Kosmiczny rynek pracy (powyżej, w tym numerze)
7. Maciej Rybiński: Apetyt po marsjańsku
8. Aneta Pałka: Bistro Elifa Moo

# O planetach pozasłonecznych

 Jerzy Kuczyński

Planety pozasłoneczne to obecnie bardzo obszerny dział badań w astronomii. W najnowszych badaniach egzoplanet pojawiło się kilka ciekawych zagadnień. Sprawdźmy, co naukowcom udało się wywnioskować z pewnego zjawiska mikrosoczewkowania przez planetę, jak można zbadać ewolucję egzoplanety albo co wspólnego ma skład chemiczny planet i ich gwiazd. Przeanalizujemy także przypadek planety mocno odstającej od aktualnych teorii formowania się systemów planetarnych.

**O**d ponad 20 lat wiemy, że planety nie są zbyt rzadkimi obiektami. Występują powszechnie przy najróżniejszych gwiazdach, a nawet jako ciała swobodnie wędrujące w przestrzeni międzygwiazdowej. Powoli zarysowuje się obraz tego, czym są i w jakich rodzajach występują. Jednak obraz jak na razie wydaje się dość mglisty. Wprawdzie odkryto już kilka tysięcy planet, to z zasady nie są to typowe planety. To ostatnie stwierdzenie ma charakter wyznania wiary. I musi takim być ze względu na fakt, że techniki badawcze preferują kilka rodzajów tych ciał. Dlatego jest rozsądne zakładać, że z tego powodu statystyka własności znanych nam planet pozasłonecznych jest mocno zafalszowana. Zafalszowana to nie znaczy całkowicie fałszywa. Jeżeli znamy kilka tysięcy planet, to jakąś statystyką dysponujemy. Być może jakieś istotne cechy nam umykają, ale coś udało się ujawnić, przy czym chyba najmniej obciążonym sposobem badania jest mikrosoczewkowanie grawitacyjne. Ma jednak zasadniczą wadę, jest jednorazowe i praktycznie powtórzyć się nie da. Tym niemniej planety odkryte tą metodą, przynajmniej w zasadzie, mogą ujawnić typy planet odmienne od dotychczas badanych.

## Planety przy białym karle

Doniesienie związane z pewnym przypadkiem mikrosoczewkowania przez planetę ukazało się w październiku 2021 r. (*Nature*, t. 598, s.272; J.W. Blackman i 15 innych autorów). Najdziwniejsze jest to, że główne tezy artykułu wynikają z... braku obserwacji. Ale do rzeczy. 2 sierpnia 2010 roku został zaobserwowany przypa-

dek mikrosoczewkowania o oznaczeniu MOA-2010-BLG-477L b. Zjawisko było pierwszy raz obserwowane w Nowej Zelandii (1,8 m teleskop w Mount John Observatory), a następnie przez ponad 20 innych obserwatoriów. Soczewkowanie zaszło na pozycji  $18^{\text{h}} 6^{\text{m}} i -31^{\circ}27'$ , a soczewkowana gwiazda znajduje się około 8 kpc od Słońca i ma jasność ponad 17,5 mag. Z charakteru zjawiska wynika, że chodzi o soczewkowanie przez podwójny obiekt, którego składniki mają stosunek mas  $2,61 \cdot 10^{-3} (\pm 3\%)$ .

Zakładając gwiazdę ciągu głównego, można oszacować, że chodzi o gwiazdę o masie 0,15 do 0,93  $M_{\odot}$  (masy Słońca) i planetę o masie 0,5 – 2,1  $M_{\text{J}}$  (masy Jowisza), obiegającą gwiazdę w odległości między 0,7 a 2,7 au. Z czasu trwania zja-

wiska wynika prędkość układu powodującego zjawisko wynosząca około 11,5 milisekund łuku na rok. Spora prędkość kątowna oznacza, że soczewkująca gwiazda powinna szybko usunąć się z tła gwiazdy soczewkowanej i w dobrych warunkach obserwacyjnych powinna być możliwa do obserwacji po około 5 latach. Oczywiście gwiazda ciągu głównego powinna być łatwa do obserwacji. Jednak do chwili obecnej nie udało się jej zaobserwować. Tym samym „gospodarzem” planety nie może być gwiazda ciągu głównego. Ze względu na limity masy jest wykluczony zarówno brązowy karzeł, jak i gwiazda neutronowa lub czarna dziura. Przy tych założeniach parametry układu soczewkującego są następujące: masa gwiazdy  $0,53 \pm 0,11 M_{\odot}$ , masa planety  $1,43 \pm 0,3 M_{\text{J}}$ ,



Artystyczna wizja planety podobnej do Jowisza krążącej wokół białego karla. Być może taka sytuacja występuje w przypadku obiektu wykrytego dzięki zjawisku mikrosoczewkowania grawitacyjnego MOA-2010-BLG-477L b

Źródło: W. M. Keck Observatory/Adam Makarewicz



przy odległości planeta — gwiazda około 3 au i odległości od Słońca około 2 kpc. Jak widać, da się wyciągnąć stosunkowo sporo informacji, a brak obserwacji umożliwia całkiem precyzyjne przewidywania! Precyzyjne i dość fascynujące.

Od dawna mówi się, że planety gwiazdy przechodzącej przez stadium olbrzyma mogą ten czas przetrwać i to nawet wewnątrz gwiazdy. Łatwo policzyć, że gęstość materii olbrzyma w odległości kilku jednostek astronomicznych od jego centrum jest niewielka i siły tarcia są umiarkowane. Dodatkowo olbrzym intensywnie traci masę, co powoduje odsuwanie planety od gwiazdy. W sumie wprawdzie nie wiadomo, jak (bo mechanizmów sporo) planeta ma szansę przetrwać aż do momentu, gdy olbrzym zmieni się w białego karła. I jak się wydaje, z takim przypadkiem mamy tu do czynienia. Niewątpliwie ciekawym. Szkoda, że biorąc pod uwagę odległość, chyba w najbliższym czasie raczej niemożliwym do bliższego zbadania.



Źródło: Mark A. Garlick/AMT

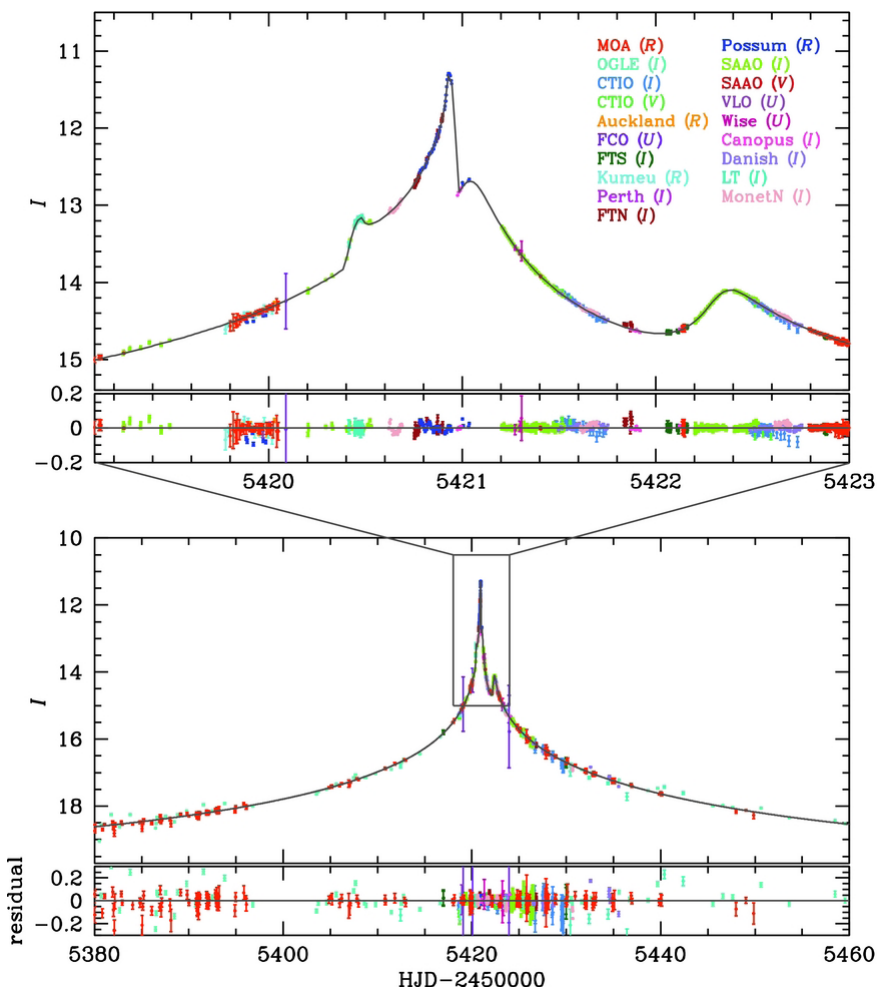
Artystyczne wyobrażenie olbrzymiego zderzenia, które mogło zajść w układzie HD 172555

### Jak poznać ewolucję planety

Można się zastanowić, co byśmy chcieli wiedzieć o planecie, która przetrwała stadium olbrzyma macierzystej gwiazdy. Pewnie przede wszystkim to, co z niej zo-

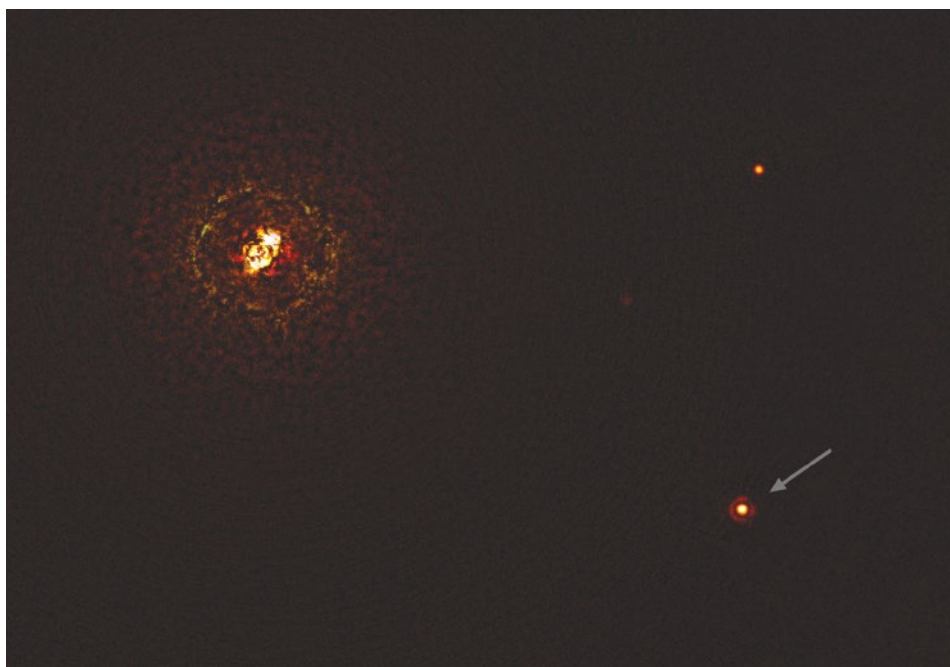
stało, czyli w praktyce jej skład chemiczny. Wprawdzie w tym przypadku tego się raczej nie dowiemy, ale ciekawe by było poznać związek składu chemicznego planety z jej ewolucją. W pewien sposób ten temat omawia dwa tygodnie późniejsza praca M.R. Line'a i 15 innych autorów (*Nature*, t. 598, s. 580). W tej pracy są przedstawione pomiary zawartości tlenu i węgla w gorącym tranzytującym jowiszu WASP-77A b. Jak twierdzą autorzy, pomiary ilości obu tych pierwiastków były już w gorących jowiszach wykonywane, ale nigdy nie udało się zmierzyć jednocześnie ilości obu tych pierwiastków. Okazuje się to ważne, bo z tego można wydedukować drogę planety w pobliżu gwiazdy.

Na początek kilka danych o planecie. Temperatura dziennej strony to około 1740 K, promień 1,21  $R_J$  i masa 1,76  $M_J$  (indeks J oznacza Jowisza), przy okresie obiegu 1,36 dnia. A więc rzeczywiście gorący, masywny obiekt na bardzo ciasnej orbicie. Zmierzone wartości C/H i O/H wyniosły odpowiednio 0,35 i 0,32 wartości słonecznej (ze sporym błędem). Z nieco lepszą dokładnością uzyskano stosunek C/O wynoszący  $0,59 \pm 0,08$  (dla porównania na Słońcu 0,55) oraz (C+O)/H wynoszący około 0,33. Jak z tego widać, stosunki rozpowszechnienia pierwiastków są podobne, ale metaliczność planety jest wyraźnie mniejsza. W zależności od tego, kiedy i w którym miejscu dysku planeta powstała, a następnie ewoluowała (akreowała materię i migrowała), taki będzie skład jej atmosfery. Z powstania poza linią lodu dla większości lotnych substancji ( $CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ), a następnie migracji w kierunku gwiazdy już po rozpadzie



Źródło: E. Bacheler et al., 2012, *Apl*, 754, 73

Krzywe zmian blasku dla zjawiska mikrosoczewkowania MOA 2010-BLG-477. Dane z poszczególnych obserwatoriów oznaczono różnymi kolorami. Górny panel pokazuje powiększenie fragmentu z maksimum krzywej



Źródło: ESO/Janson et al.

Bezpośrednie zdjęcie planety krążącej wokół gwiazdy  $\beta$  Centauri. Uzyskano je instrumentem SPHERE na teleskopie VLT. Użyto koronografu w celu zablokowania światła od gwiazdy. Planetę wskazano strzałką

dysku, wynika wzrost stosunku C/O powyżej 0,8 i względnie niska metaliczność. W przypadku migracji wewnątrz dysku, z powodu zderzeń z bogatymi w wodę planetozymalami należy się spodziewać stosunku C/O poniżej 0,5 i wzrostu całkowitej metaliczności. Dodatkowo akrecja „kamyków” powoduje wysoki stosunek C/O i metaliczność większą od słonecznej. Zatem zmierzone dla WASP-77A  $\beta$  wartości sugerują, że planeta powstała w miejscu względnie pozbawionym węgla i nie podlegała zbyt intensywnemu bombardowaniu przez planetozymale. Również jej jądro raczej nie „dorzuciło” niczego do składu atmosfery. Jak widać, udało się coś dowiedzieć, choć warto zauważyć, że to pomiary i spekulacje dotyczące dość szczególnej planety.

### Skład chemiczny planety a skład gwiazdy

Nieco szerszą bazę danych i związek składu chemicznego planet z ich macierzystymi gwiazdami przedstawia tekst V. Adibekyana i 19 innych autorów (*Science*, t. 374, s. 330), dotyczący związku składu planet ze składem ich macierzystych gwiazd (a więc i składem mgławicy, w której powstały). Tym razem chodzi o znacznie mniejsze i raczej skaliste planety, ale wyniki wydają się mieć dosyć poważne znaczenia.

Analizowano 32 planety krążące wokół gwiazd typów widmowych F, G oraz K,

należących do cienkiego dysku Galaktyki. W sumie gwiazdy zbliżone do Słońca. Wszystkie uwzględnione planety tranzytują, co prowadzi do znajomości ich promieni i prędkości radialnych, a więc i mas. Wszystko z dokładnością lepszą od 30%. Umieszczając te wielkości na wykresie, da się zauważyć, że planety można podzielić na dwie grupy. Większość znajduje się w pobliżu linii spodziewanej w przypadku składu zbliżonego do Ziemi, jednak dla mas powyżej 4  $M_z$  (mas Ziemi) widać grupę 10 planet o wyraźnie większych promieniach. Autorzy nazywają je minineptunami. Wydaje się oczywiste, że są to planety, które zachowały znaczniejsze atmosfery. Tu warto przypomnieć, że planety tranzytujące znajdują się zwykle blisko macierzystych gwiazd. Rzeczywiście z innego wykresu tej pracy odczytamy, że temperatury badanych planet są spore, nawet powyżej 2200 K. Dlatego, w większości przypadków, planety te utraciły swe atmosfery. Nie jest niczym zaskakującym, że skaliste planety nie wykazują związku gęstości z temperaturą. Autorzy pracy analizują właśnie te skaliste planety, w związku z czym z dalszych rozważań eliminują minineptuny.

Z porównania składu planet, meteorytów i atmosfery Słońca wynika, że skład atmosfer gwiazd zbliżonych do Słońca (a więc rozważanych tu typów) dobrze reprezentuje skład chemiczny dysku protoplanetarnego. Porównując skład

chemiczny macierzystej gwiazdy i planety, można próbować wywnioskować zdarzenia prowadzące do obecnego stanu planety. Autorzy pracy uzyskali dane o składzie atmosfer 21 gwiazd, określając zawartość Mg, Si oraz Fe we wspomnianych gwiazdach. Z tych danych uzyskano stosunek zawartości żelaza do silikatów w dysku, z którego powstały interesujące autorów planety. Tu warto wskazać, że w przypadku Układu Słonecznego ten stosunek wynosi nieco powyżej 30% („nasz” Merkurcy byłby wyjątkiem!). Jak łatwo zauważyć, planety o różnych masach, nawet mające ten sam skład, będą miały różne gęstości z powodu różnych wartości wewnętrznego ciśnienia powodującego kompresję. Porównując zmierzone gęstości planet ze składem chemicznym

dysku, z którego powstały, można zauważyć pewną wyraźną, ale nie jednoznaczną (i niezbyt oryginalną) korelację wskazującą, że im więcej żelaza w dysku, tym gęstość planety większa. I tym razem wykres ujawnił podział planet na dwie grupy. Planety o własnościach zbliżonych do Ziemi oraz planety o wyraźnie większej gęstości, które autorzy nazwali „supermerkuriami”. Podobną własność ma wykres zawartości żelaza wyliczonej ze zmierzonej gęstości w funkcji składu dysku. Może tylko zakładając, że część żelaza jest zawarta w płaszczu planety, wykres jest bardziej zwarty i planety typu Merkurego mniej odstają od reszty. Co ciekawe, w przypadku gęstości nie widać korelacji z temperaturą równowagową planety, a przypadku zawartości żelaza, korelacji z masą planety.

Oba wykresy (trzy, gdy wziąć pod uwagę możliwość zawartości żelaza w płaszczu) nie najgorzej opisuje prosta regresja mogąca służyć jako grube przybliżenie. Jak twierdzą autorzy, wykresy wskazują, że planety skaliste tworzą się na linii skał — w miejscu, gdzie skaliste materiały kondensują lub sublimują. Jeżeli to prawda, należy sądzić, że gwiazdy o większej zawartości żelaza powinny wykazywać ten efekt w większym stopniu. Trochę inaczej wygląda problem z pięcioma planetami typu Merkurego. Jak już wspomniano,

<sup>1</sup> Warto dodać, że wszystkie tu omawiane planety są dosyć masywne, będąc tzw. superziemiemi.



nie wykazują silnej korelacji z masą, choć są dosyć masywne, mając masę kilku mas Ziemi. Są więc rzeczywiście „super”<sup>1</sup> i występują przy gwiazdach o zwiększonej zawartości żelaza względem silikatów.

Jak już wspomniano, praca jest dosyć niewielka i konsekwencji stwierdzonych własności dość trudno się doszukać. I nic dziwnego. Mamy tu analizę zaledwie 32 planet, które rozpadły się na trzy grupy. A więc statystyka jest niewielka i na omawianych wykresach zakresy niepewności są bardzo duże. Tym niemniej wydaje się, że jest uzasadnione uważać, iż istnieje wyraźny związek między składem protoplanetarnego dysku i powstających w nim planet, choć konkretna droga ewolucyjna planety (np. wielkie impakty) też ma niemałe znaczenie.

### Impakty na egzoplanetach

To, że impakty się zdarzają, wiemy z teorii i na przykład obserwacji powierzchni Księżyca. Jednak dość rzadko możemy taki impakt obserwować. A o takiej obserwacji doniesiono w *Nature* (t. 598, s. 425, T. Schneiderman i dziewięcioro innych autorów). Konkretnie, zaobserwowano nie tyle impakt, co jego skutki. Obserwacja okolic gwiazdy HD 172555, typu widmowego A, należącej do grupy<sup>2</sup>  $\beta$  Pictoris, wykazała istnienie pierścienia gazowego tlenku węgla. Sama gwiazda jest młoda — jej wiek ocenia się na 23 mln lat. Jest jasna ( $7,7 L_{\odot}$ ) i dosyć bliska (28,5 pc). Wspomniany pierścień znajduje się w odległości 7,5 au od gwiazdy i ma szerokość 3,3 au. Jego temperatura zawiera się między 100, a 250 K, a masa wynosi około  $10^{-5} M_{\odot}$ .

Autorzy rozważają kilka sposobów powstania tego obiektu, w tym pozostałość z pierwotnego dysku, wynik kolizji w pasie planetoid, a nawet zderzenia komet. Żadna z tych hipotez nie wydaje się zbyt prawdopodobna, bo np. pierwotny dysk przy tego typu gwiazdach rozprasza się zwykle w ciągu 3 mln lat. Najbardziej prawdopodobna wydaje się kolizja z ciałem o masie  $8 M_{\oplus}$  około 0,2 mln lat temu. Konkretna sugestia jest taka, że to „uwolniona” w wyniku owego zderzenia atmosfera planety. Biorąc pod uwagę, że chodzi o obszar odpowiadającemu zewnętrznym planetom typu Ziemi, obserwacja może rzucić światło na zdarzenia dotyczące „młodej Ziemi” (powstanie Księżyca?).

<sup>2</sup> Grupa gwiazd o zbliżonych parametrach ruchu, prawdopodobnie wspólnego pochodzenia.



Artystyczna wizja planety pozasłonecznej okrążającej gwiazdę b Centauri. Planeta o masie około 11 razy większej niż Jowisz krąży wokół układu podwójnego gwiazd w odległości około 100 razy dalszej niż dystans Jowisz-Słońce

### Odstająca planeta

Już po napisaniu powyższego tekstu (9 grudnia), w *Nature* ukazały się dwa teksty, które warto chyba tu dodatkowo omówić. Są to krótki tekst K. Kratter (*Nature*, t. 600, s. 227) omawiający pracę M. Jansona i 27 innych autorów (s. 231). W tekście Kratter chyba najbardziej inspirujący jest rysunek przedstawiający położenie planet pozasłonecznych w funkcji odległości i masy względem macierzystej gwiazdy. Parametry osi może nie są zbyt istotne, natomiast uderzające są dwie rzeczy. Po pierwsze, planety tworzą trzy, a nawet cztery odrębne grupy, co sugeruje, iż współcześnie odkrywane planety należą do różnych grup, choć trudno powiedzieć, co jest przyczyną tego rozróżnienia<sup>3</sup>. Po drugie, na rysunku zaznaczono planety Układu Słonecznego — i wszystkie, poza Jowiszem, znajdują się daleko od pozostałych planet.

Przejdźmy jednak do omówienia artykułu Jansona. Przedstawione w nim jest odkrycie dosyć nietypowej planety oznaczonej b Cen (AB)b. Oczywiście gwiazda b Cen to nie jest  $\beta$  Cen, a oznaczenie AB wskazuje, że to gwiazda podwójna. Składnik A jest dobrze określony, mając masę 5 do  $6 M_{\odot}$ . Składnik B nie ma

<sup>3</sup> Są co najmniej dwie możliwości. Jedną mogą być różnice technik obserwacyjnych powodujące wyróżnienie planet łatwiejszych do obserwacji. Drugą to, że planety są istotnie różne.

dobrze określonej masy, ale masa całego układu wynosi  $6-10 M_{\odot}$ . Masę planety określono na  $10,9 \pm 1,6 M_{\oplus}$ . Cały układ jest raczej młody, mając około 15 mln lat i odległy od Słońca około 100 pc. Ciekawy jest sposób odkrycia planety — to jedna z niewielu planet odkrytych bezpośrednio, czyli możliwych do zobaczenia na zdjęciu w wyniku wycięcia koronografem światła gwiazd. Nietrudno się domyśleć, że jej odległość od centrum układu jest spora — około 550 au. Duży też jest szacowany okres orbitalny: 2650 do 7170 lat. A więc planeta bardzo duża, bardzo odległa od macierzystych gwiazd. Stanowi spory problem dla teorii powstawania planet. Czy aż tak daleko sięgała pierwotna mgławica? Czy może planeta powstała „na sposób gwiazdowy” w wyniku niestabilności grawitacyjnej? Poza tym nigdy jeszcze nie stwierdzono planety przy gwiazdzie masywniejszej od  $3 M_{\odot}$ . Jak widać, dość dziwna planeta. Czy zmieni nasze poglądy na teorię planet? Jeżeli takich przypadków znajdzie się więcej, to pewnie tak.

Najważniejsze jest jednak to, że zaczynają się pojawiać jakaś klasyfikacje planet. Na razie jeszcze bardzo mało ogólne i dotyczące jedynie pewnych rodzajów planet, ale już wynikające z własności tych ciał, a nie jak to było dotychczas, głównie z techniki obserwacyjnej.

# Nowe ceny!

Cena pojedynczego numeru „Uranii”: 18,90 PLN

## PRENUMERATA

Roczna (6 numerów) prenumerata krajowa: 96,- PLN (16,- zł za numer)

Dłuższa (dwuletnia – 12 numerów) prenumerata krajowa: 192,- PLN

Prenumeraty zagraniczne są 2× droższe niż krajowa.

Prenumerata dla szkół i nauczycieli: 80,- PLN

Prenumerata dla członków PTMA: 80,- zł

Formularze do różnych rodzajów prenumerat:

<https://sklep.pta.edu.pl/3-prenumerata>

Bieżące numery można zamawiać również w wersji elektronicznej (poprzez Google Play).

Pierwszych 400 prenumeratorów na rok 2022 otrzyma w prezencie numer archiwalny „Uranii”.

# STO STRON NA STULECIE

## Drodzy Czytelnicy!

Kiedy objąłem dekadę temu „Uranie”, widziałem ją jako elegancki, docelowo 100-stronicowy magazyn dla wszystkich zainteresowanych astronomią i niebem. Pierwszym problemem było wyszukanie papieru, cienkiego, a jednocześnie w miarę nieprzezroczystego, by zdjęcia kosmosu stanowiące znaczną część „Uranii”, nie przebijały druku na odwrocie. Mieliśmy też inne ograniczenie techniczne. Maszyny zbierające i zszywające czasopismo, nie chciały „łyknąć” więcej niż 80 stron (20 tzw. składek). Większa objętość łączyła się z dokładaniem składek ręcznie, większymi kosztami i czasem produkcji. Jednocześnie dyskusje Kolegium Redakcyjnego nad każdym numerem dotyczyły głównie wyboru materiałów, które można „wyrzucić” do kolejnych wydań. Chcemy jak najwięcej drukować, ale zagęszczając druk i ilustracje sprawialiśmy, że publikowane materiały często otrzymywały minimalną ilość tzw. „światła”, co szkodzi graficznemu obrazowi pisma.

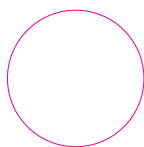
Dziś zmieniamy technologię! Będziemy kleić Wasze czasopismo! To daje nam możliwość objętości praktycznie nieograniczonej, ale musimy się liczyć z kosztami – więc na razie 88 stron! Jak zawsze liczymy na członków PTMA, że zechcą się aktywniej włączyć w wypełnianie łam „Uranii” oraz do czytania pisma. Jesteście jego drugim wydawcą i założycielem! W tej technologii, nie ma jednak naturalnych rozkładówek. Będziemy się starali to rekompensować, choćby takimi plakacikami jak w bieżącym numerze.

Planujemy wreszcie nadrobić opóźnienie w wydawaniu „Uranii”. Najprawdopodobniej trzeci, wakacyjny zeszyt czasopisma w tym roku będzie podwójny, 3-4/2022! Wszystkim prenumeratorom automatycznie przedłużymy prenumeratę o jeden numer. Wówczas wydanie wrześniowo-październikowe uświetni planowaną przez nas w Toruniu konferencję z okazji 100-lecia czasopisma. Szczegóły wkrótce!

Maciej Mikołajewski  
Redaktor Naczelny

nazwa odbiorcy		POLSKE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE	
nazwa odbiorcy od.		UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA	
nr rachunku odbiorcy		8 5 1 1 6 0 2 2 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 3 3 3 4 1 8 7 3 2	
nr rachunku odbiorcy od.		W P * waluta PLN	
kwota słownie (wpłata)			
imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora			
dokładny adres wysyłki prenumeraty			
dokładny adres wysyłki prenumeraty od.			
tytułem		Prenumerata Uranii od nr	
Data (pieczęć) podpis złeceniodawcy		Oplata Podpis	

nr rachunku odbiorcy		85 1160 2202 0000 0003	
nr rachunku odbiorcy od.		3341 8732	
Odbiorca		POLSKE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE BARTYCKA 18 00-716 WARSZAWA	
kwota			
imię, nazwisko, adres wysyłającego			
tytułem			



--- Oplata



## ASTROCAMERA 2021

# CHWAŁA LAVAREDO

Astrofotografia! Piękno, którego nie trzeba dowodzić. Obraz namalowany błyskiem wczorajszego meteoru i światłem galaktyki sprzed milionów lat. Magia, która przyciąga, zachwyca, pobudza zmysły i zachęca do poznawania tajemnic nocnego nieba oraz historii całego Wszechświata.

Zaczął się skromnie. Na pamiątkę 400. rocznicy urodzin gdańskiego astronoma Sejm uchwalił rok 2011 Rokiem Jana Heweliusza. Heweliuszowi o fotografii pewnie się nawet nie śniło, ale jako osoba wyjątkowo wszechstronnie uzdolniona, przerysowywał niebo własnoręcznie na papier. Był nie tylko naukowcem, ale i niezwykłym artystą. Sztuchy zdobiące jego dzieła, stały się naszą inspiracją. AstroCamera jest kompilacją jego talentów, we współczesnej formie. Jak się okazuje równie pracowitej i nietrywialnej.

Rok 2021 przyniósł nam kolejną edycję konkursu. Wiele obrazów zapierało dech w piersiach. Pojawiały się nowe zdjęcia o wartości naukowej oraz wizerunki dokumentujące niezwykle rzadkie zjawiska. Spośród ponad czterystu prac nadesłanych przez autorów z całego świata, jurorzy musieli wybrać tylko kilka fotografii.

Jury w składzie: Magdalena Więcek-Olszewska (Hevelianum, Przewodnicząca), Krzysztof Czart (PTA, ESO), Piotr Gnaciński (Uniwersytet Gdański), Bogdan Jarzyna (zwycięzca dwóch pierwszych edycji), Wojtek Korsak (ZPAF), Magdalena Maszewska (Hevelianum), Maciej Mikołajewski (Urania), Przemysław Rudź (POLSA) i Sebastian Soberski (PTMA), po wielogodzinnych obradach pełnych emocji i gwałtownych zwrotów, wyłoniło laureatów IX edycji międzynarodowego konkursu astrofotograficznego AstroCamera 2021.

## Kategoria I – Obiekty Głębokiego Nieba

Miejsce 1. Rolf Wahl Olsen (Nowa Zelandia), seria zdjęć: „The Light Echoes from Supernova 1987a”.

Miejsce 2. Tomasz Zwoliński (Polska), seria zdjęć: „Balonik z helem”, „Kalmar”, „Pierścień z Rozetą”.

Miejsce 3. Ireneusz Nowak (Polska), nazwa zdjęcia: „Zakurzona Droga Mleczna”.

## Kategoria II – Obiekty Układu Słonecznego

Miejsce 1. nie przyznano.

Miejsce 2. Michael Barbieri (Włochy), nazwa zdjęcia: „Mars Opposition”.

Miejsce 3. David Duarte (Brazylia), seria zdjęć: „Lunar Occultation of Mars on 6 September 2020 – I – Reappearance, II – Reappeared”.

## Kategoria III – Astrokrajobraz

Miejsce 1. Alessandro Cantarelli (Włochy), nazwa zdjęcia: „Lavaredo's gloria”.

Miejsce 2. *ex aequo*

Ilya Palienko (Rosja), nazwa zdjęcia: „Summer to Winter, Perseids to Geminids”.

Tomáš Slovinský (Słowacja), nazwa zdjęcia: „Winter Arcs”.

Miejsce 3. *ex aequo*

Dario Giannobile (Włochy), nazwa zdjęcia: „Star Trails and Lava Plume on Mount Etna February 2021”.

Elena Pakhalyuk (Ukraina), nazwa zdjęcia: „Eruption”.

Dodatkowo przyznano 4 imienne wyróżnienia – pełna lista wyników na <https://hevelianum.pl/konkurs-astrocamera/> (konkurs 2021). W tym numerze Uranii nie zmieściły się niestety wszystkie nagrodzone i wyróżnione zdjęcia. Unikatowe serie obrazów echa po Supernowej 1987A Rolfa Wahl Olsenena i odkrycia nowych mgławic Marcela Drechslera, będą przedmiotem osobnego artykułu w kolejnych numerach.

Lavaredo's Gloria/Gloria Lavaredo. Fot. Alessandro Cantarelli. Miejsce 1/kategoria III



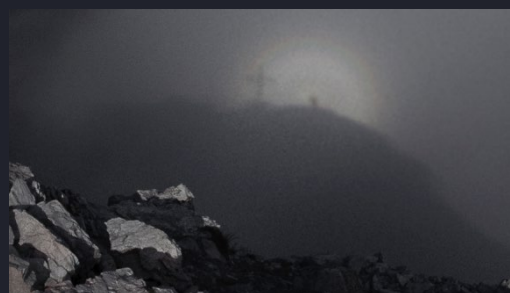
To jedno z najbardziej zdumiewających zdjęć w dziesięcioletniej historii AstroCamery. Autor miał w głowie pewien obraz, który chciał zarejestrować. Ze szczytu Monte Paterno (2746 m n.p.m) chciał sfotografować w nocy trzy szczyty Lavaredo zatopione w chmurach: Cima Piccola (mały szczyt – 2857 m n.p.m., z lewej), Cima Grande (wielki szczyt – 3003 m n.p.m., w środku) i Cima Ovest (zachodni szczyt – 2973 m n.p.m., po prawej). To jeden z najpiękniejszych masywów we włoskich Dolomitach, na szczyty których wiodą wyłącznie drogi wspinaczkowe. Aby w pełni zrozumieć

walory nagrodzonego obrazu, musielibyśmy go wyeksponować w rotundzie na wzór Panoramy Raclawickiej we Wrocławiu. Oś pozioma obejmuje pełne 360° lokalnego horyzontu! Panorama została złożona z sześciu kadrów po 60°, a każdy kadr z trzech zdjęć, aby poprawnie naświetlić jasne i ciemne obszary. Widoczny w chmurach nad masywem Lavaredo Księżyc rozświetla niesamowity krajobraz. Wyobraź sobie, że w rzeczywistości (albo w rotundzie) Księżyc świeci z tyłu, gdzieś za lewym ramieniem fotografa – zwróć uwagę na wyraźnie doświetloną frontálną stronę krzyża.





Najbardziej zdumiewający efekt czai się jednak daleko w tle pod szczytem, na prawo od namiotu (patrz zbliżenie). Wyraźny cień krzyża, to słynne widmo Brockenu, rzadkie zjawisko optyczne spotykane głównie w górach, polegające na zaobserwowaniu cienia na chmurach znajdujących się poniżej obserwatora. Mało tego! Wydaje się, że mający kształt na prawo od krzyża to cień fotografa. Ponoć autor zauważył widmo dopiero na zdjęciach. Cienie otoczone są tęczaową obwódką, to tzw. gloria. Chwała bohaterom! Chwała Alessandro!





Once in a lifetime view over La Silla/Raz w życiu nad La Silla. Fot. Paulina Sowicka. Wyróżnienie/kategoria III



Eruption/Wybuch. Fot. Elena.Pakhalyuk. Miejsce 3/ kategoria III





Star Trails and Lava Plume on Mount Etna February 2021/Gwiazdne kręgi i pióropusze lawy na Etnie w lutym 2021, Fot. Dario.Giannobile. Miejsce 3, kategoria III



Winter Arcs/Zimowe arkady (Droga Mleczna i światło zadiakalne) Fot. Tomas.Slovinsky. Miejsce 2/kategoria III

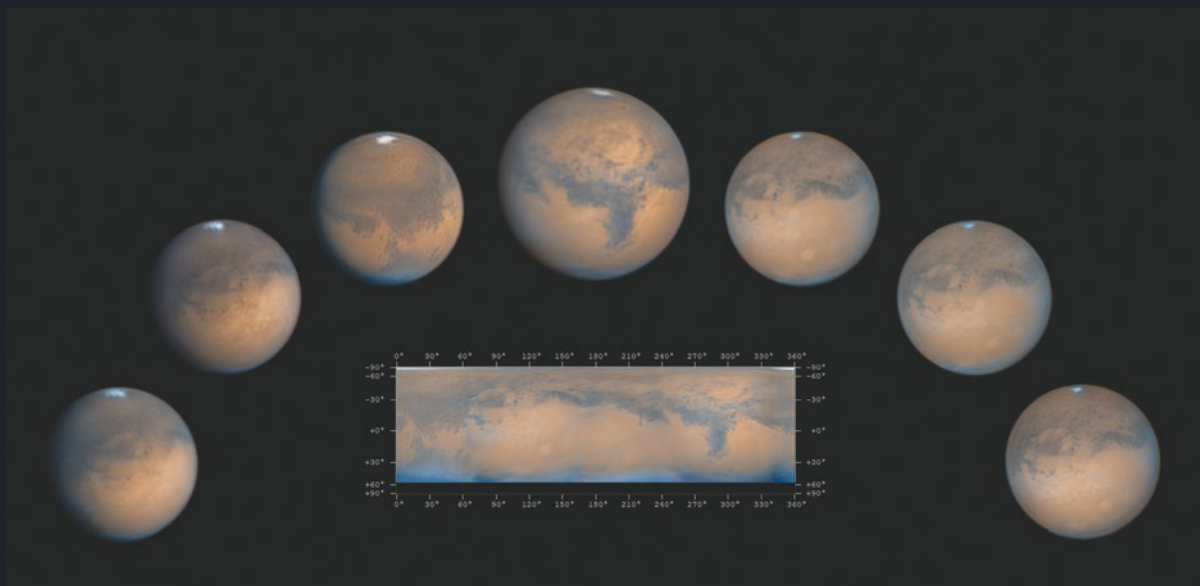


Venus Clouds/Wenusjańskie obłoki (obserwacje uzyskane od lutego do kwietnia 2020 r.), Fot. Michael Barbieri. Wyróżnienie, kategoria II



Lunar Occultation of Mars on 6 Sep 2020/Zakrycie zbliżającego się do opozycji (13 października) Marsa przez Księżyc dnia 6 września 2020 r.: z prawej 04:34 UTC; z lewej 04:39 UTC. Zdjęcia wykonane w mieście Maceió w Brazylii. W Polsce zjawisko widoczne jako zbliżenie obiektów. Fot. David Duarte. Miejsce 3/ kategoria II





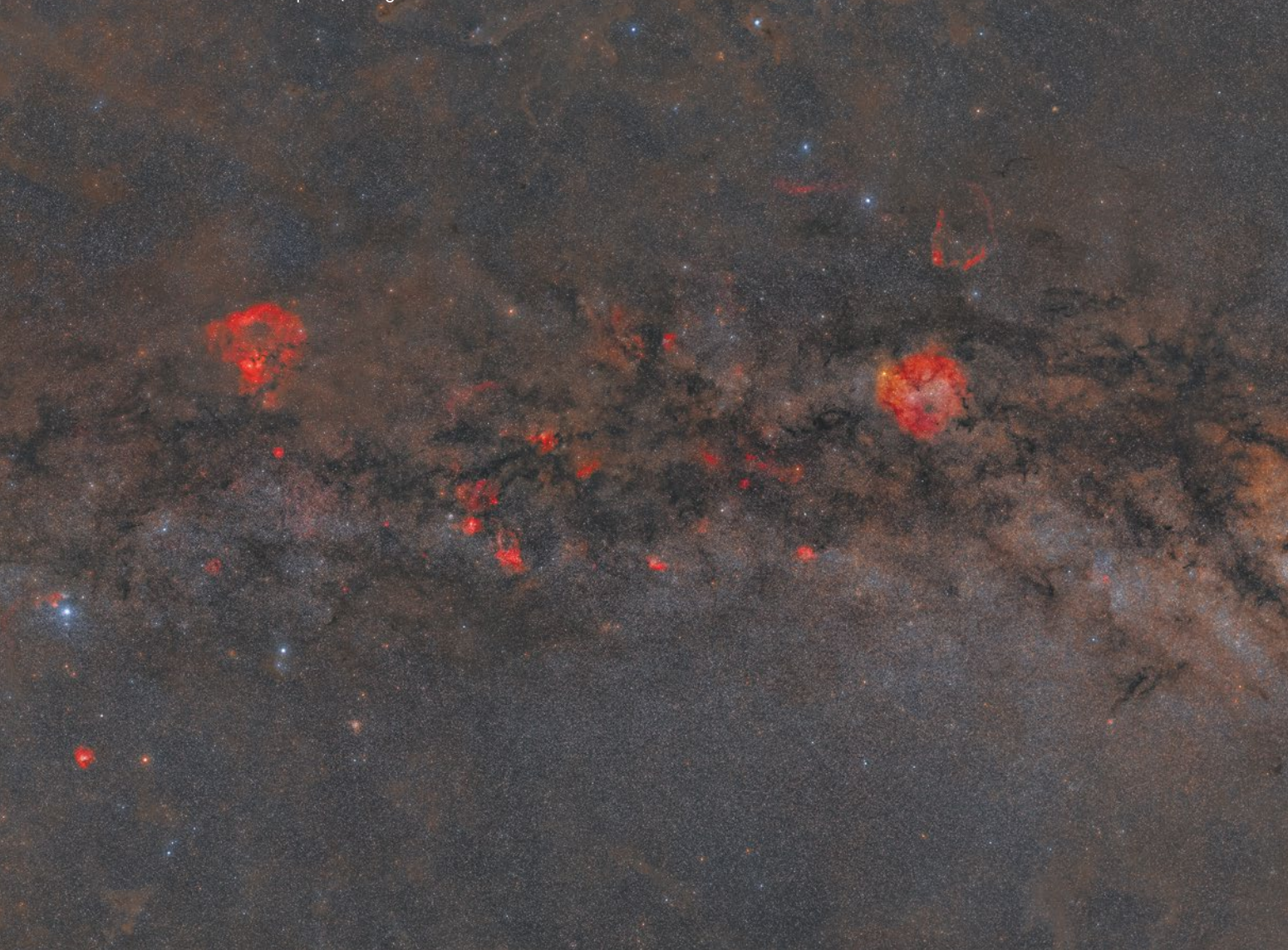
Mars opposition 2020/Opozycja Marsa 2020. Zdjęcia uzyskano w okresie od 11 września do 18 października 2020 r. W opozycji Mars znalazł się 13 października. Fot. Michael Barbieri. Miejsce 2/kategoria II



M51 or the Whirlpool Galaxy/M51 czyli Galaktyka "Wir". Fot. Rochus Hess Wyróżnienie/kategoria I



Zakurzona Droga Mleczna. Mozaika złożona z 61 paneli, wykonanych na Węgrzech w Balatonbereny i z 6 lokalizacji w południowej Polsce od Bieszczad po Sudety. Panele zbierane od sierpnia 2017 do późnej jesieni 2019. Użyto filtra blokującego zanieczyszczenie sztucznym światłem, ale z ponad 90% sprawnością przepuszczającego dwie najważniejsze linie emisyjne mgławic (H-alfa i OIII).  
Fot. Ireneusz Nowak. Miejsce 3/kategoria I

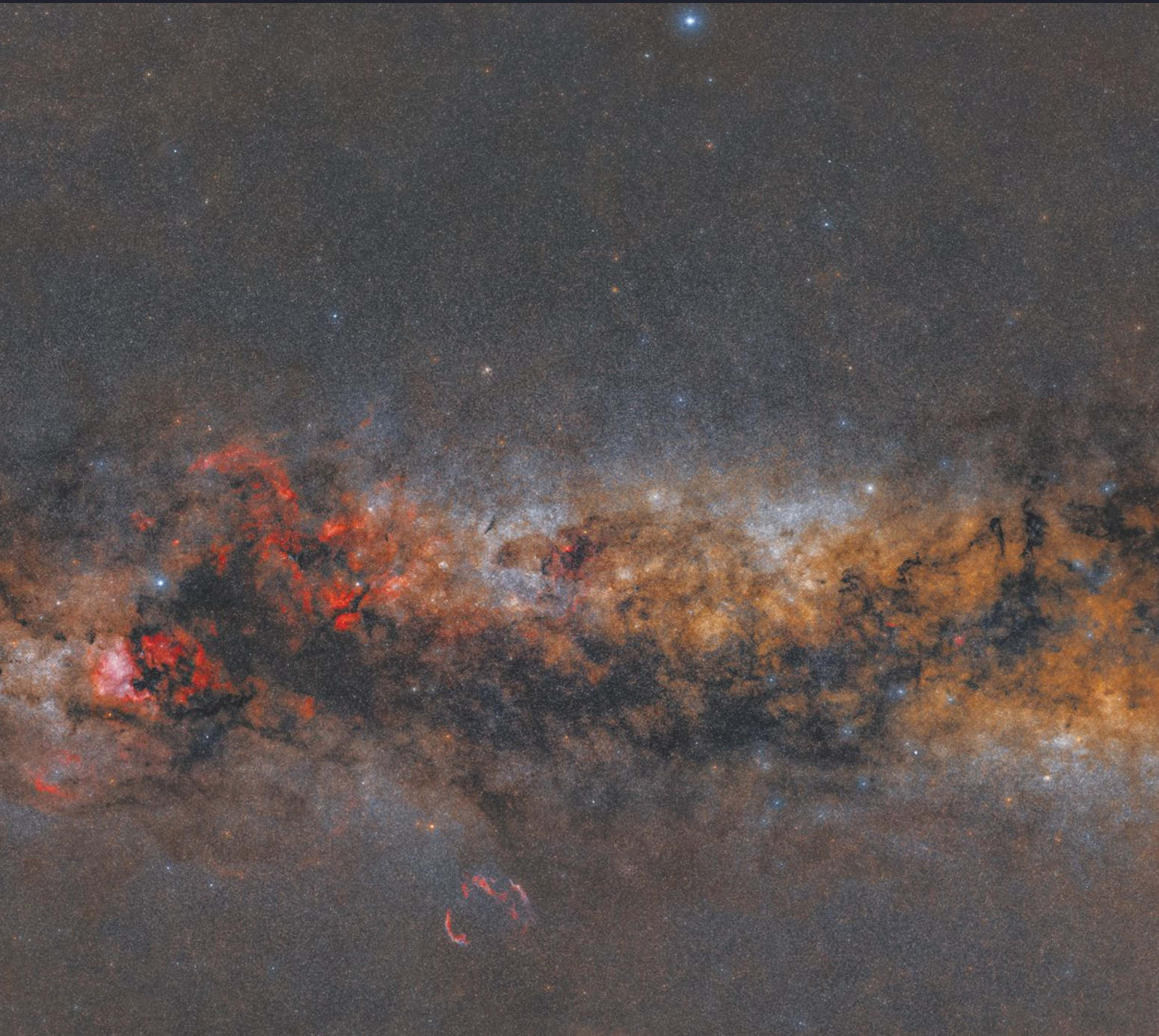


Summer to Winter – Perseids to Geminids/  
Od lata do zimy – Od Perseidów do Geminidów. Fotografia jest złożeniem wielu zdjęć wykonanych w ciągu roku z różnych miejsc rejonu Primorsky w obwodzie archangielskim (Rosja). Taki zabieg pozwolił na złożenie całej Drogi Mlecznej, jaką można obserwować w ciągu roku z tego obszaru. Na zdjęciu zauważyliśmy dwa meteory, ale to raczej Geminidy. Dwa powiększone kadry prezentujemy na następnych stronach.

Fot. Ilya Palienko. Miejsce 2/kategoria III



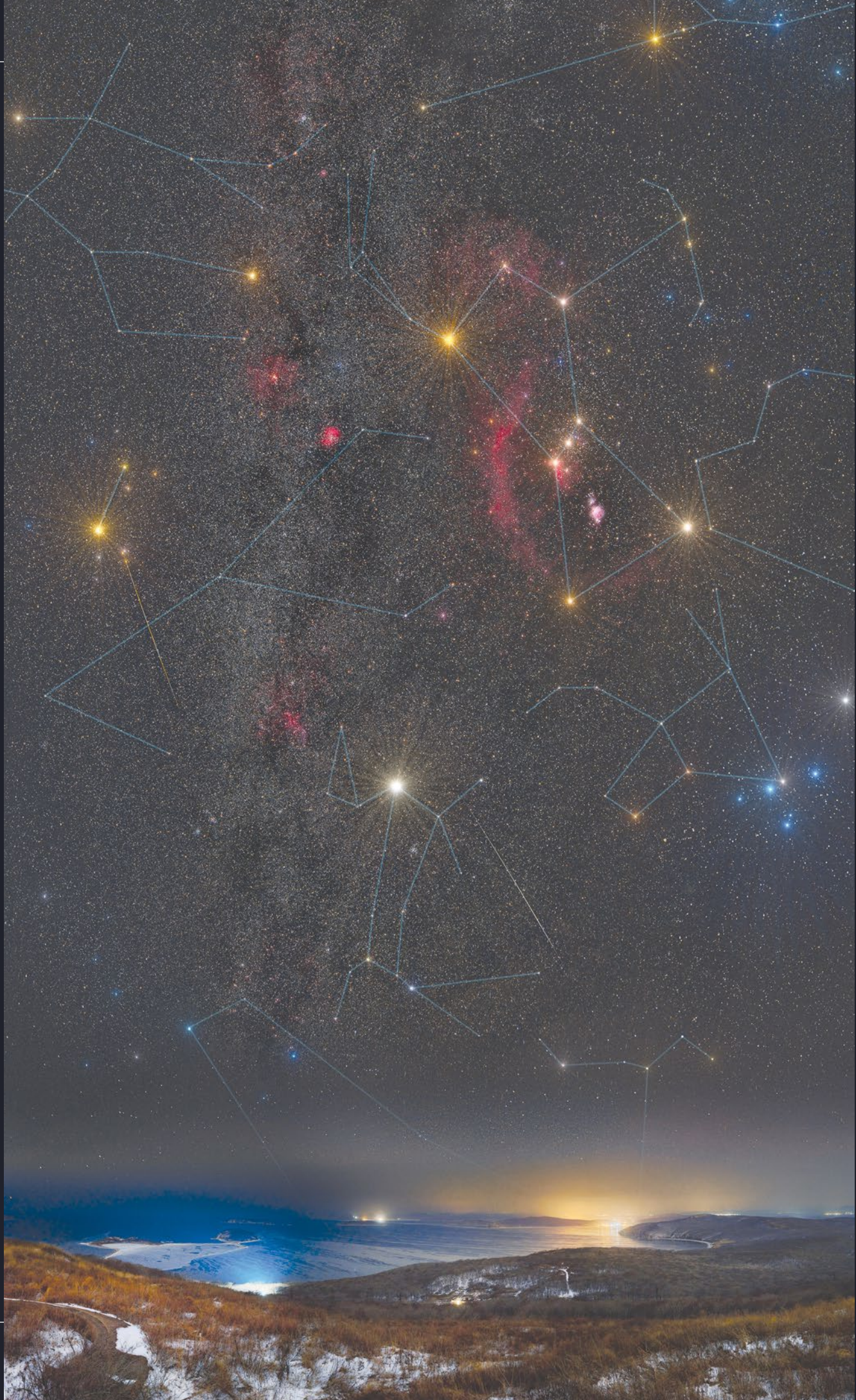












Summer to Winter – Perseids to Geminids (dwa kadry zdjęcia opisanego na poprzedniej stronie) Fot. Ilya Palienko. Miejsce 2/kategoria III



Kolejno, od góry:

Pierścień z rozetą. Fot. Tomasz Zwolinski.  
Miejsce 2/kategoria I

Kalmar. Fot. Tomasz Zwolinski.  
Miejsce 2/kategoria I

Balonik z helem. Fot. Tomasz.Zwolinski.  
Miejsce 2/kategoria I



✦  
**AstroCamera**  
HEVELIANUM

### Kącik astroliryki

\* \* \*

Otwieram oczy, pomimo że śpię,  
By gwiazdy swobodnie wpadały w nie.  
Ich wiatr podnosząc podszewkę nieba,  
Odśłania Wenus, co się koleba.  
Chodzę po nieba dowolnych piętrach,  
Gdy innym droga tam niedostępna.  
Rój meteorów ścieżkę mi wskaże,  
Gdzie galaktyki, niczym witraże.  
W smudze latarki z Kocięgo Oka  
Znajdzie mnie droga po twoich krokach.  
W hiperprzestrzeni, na stożku światła,  
Czas nie ma czasu myśli mi gmatwać.  
Z ogonem komety, co w dale gna,  
Wracam do domu nie budząc psa.  
Chociaż mnie zawiódł wczorajszy dzień znów,  
To nadal czekam naiwnie na cud...

Elżbieta Zwolińska

Kalmar? Balonik? Skąd my to znamy?  
Pierścień z rozetą? Z wierszyków ... Mamy.

Redaktor



# AstroCamera

## HEVELIANUM

Międzynarodowy konkurs astrofotograficzny  
X edycja

Start: 28 stycznia 2022 r.  
[www.astrocamera.pl](http://www.astrocamera.pl)

## KONKURS ASTROCAMERA 2022. SPÓJRZ W NIEBO I ZRÓB ZDJĘCIE

**Amatorzy fotografowania nieba z całego świata! Hevelianum zaprasza Was do udziału w konkursie AstroCamera 2022, jedynego w Polsce międzynarodowego konkursu astrofotograficznego. Zgłoszenia można nadsyłać do 27 kwietnia. W tym roku konkurs odbywa się już po raz dziesiąty.**

Co roku w dniu urodzin swojego patrona, najstarszego gdańskiego astronoma Jana Heweliusza, Hevelianum ogłasza kolejną edycję AstroCamery. Konkurs jest adresowany do miłośników astronomii i fotografowania z całego świata.

- Przygotowaliśmy wiele atrakcji - jak na jubileuszową, dziesiątą już edycję konkursu przystało - które będziemy realizować przez cały najbliższy rok - opowiada Paweł Golak, dyrektor Hevelianum. - W dniu inauguracji edycji 2022 uruchamiamy nową stronę internetową, na której znajdują się między innymi wszystkie dotychczas nagrodzone zdjęcia. Ukáže się na niej również elektroniczny „Poradnik astrofotografii”, dzięki któremu chcemy popularyzować astronomię i astrofotografię, a jednocześnie zachęcić kolejnych fotografów do zgłaszania swoich prac w naszym konkursie. Planujemy również spotkania z ciekawymi ludźmi promujące astronomię, wydanie albumu oraz wystawę z wybranymi pracami konkursowymi.

Laureatów, jak co roku, wybierze jury, w którego skład wchodzi uznani badacze i popularyzatorzy astronomii, astrofizyki i fotografii. Na zwycięzców czekają nagrody finansowe. Warto wspomnieć, że konkurencja jest duża. W ubiegłorocznej edycji AstroCamera padły dwa rekordy. Napłynęła największa w historii całego konkursu liczba prac - 434, a do rywalizacji stanęło najwięcej autorów - 178, m.in. ze Stanów Zjednoczonych, Chile, Nowej Zelandii czy Kamczatki.

- Astrofotografia to pasja pełna poświęcenia. Za ostateczną fotografię, którą możemy podziwiać, często kryje się ciężka wielomiesięczna praca autorów zdjęć. Niektórzy uczą się wspinaczki, aby dotrzeć do miejsca, skąd nacisną spust migawki. Inni podró-

żują na drugi kraniec świata, by doścignąć wyjątkowe zjawisko, na które ludzkość czekała wiele lat. A czasem naświetlają niewielki fragment nieba przez setki godzin, wykonując setki ekspozycji ekstremalnie małego fragmentu nieba, gdzieś z miejsca oddalonego od skażonej światłem cywilizacji - opowiada Magdalena Więcek-Olszewska, przewodnicząca jury, astronom, specjalista ds. edukacji astronomicznej w Hevelianum, która sama pasjonuje się fotografią.

Idea konkursu narodziła się w 2011 roku, kiedy świętowaliśmy 400 rocznicę urodzin Jana Heweliusza. Już tradycyjnie 28 stycznia, czyli w dniu urodzin słynnego astronoma, ogłaszane są kolejne edycje. Od 2014 roku konkurs ma zasięg międzynarodowy.

### ZADANIE KONKURSOWE

Prace fotograficzne będą przyjmowane w trzech kategoriach: KATEGORIA I. Obiekty głębokiego nieba (kategoria najbardziej wymagająca) - należą do nich m.in. galaktyki, mgławice czy gromady gwiazd KATEGORIA II. Obiekty Układu Słonecznego, takie jak: Słońce, Księżyc, planety, komety i wszystkie zjawiska im towarzyszące KATEGORIA III. Astrokrajobraz - dotyczy wszystkich obiektów i zjawisk na niebie eksponowanych z ziemskim krajobrazem.

### HARMONOGRAM PROJEKTU 2022

28 stycznia → inauguracja konkursu, zgłoszenia są przyjmowane przez stronę: [www.astrocamera.pl](http://www.astrocamera.pl)

27 kwietnia, godz. 15:00 CEST → ostateczny termin nadsyłania zgłoszeń

5 czerwca 2022 → ogłoszenie wyników

Szczegóły na stronie: [www.astrocamera.pl](http://www.astrocamera.pl).

Magdalena Więcek-Olszewska  
Hevelianum



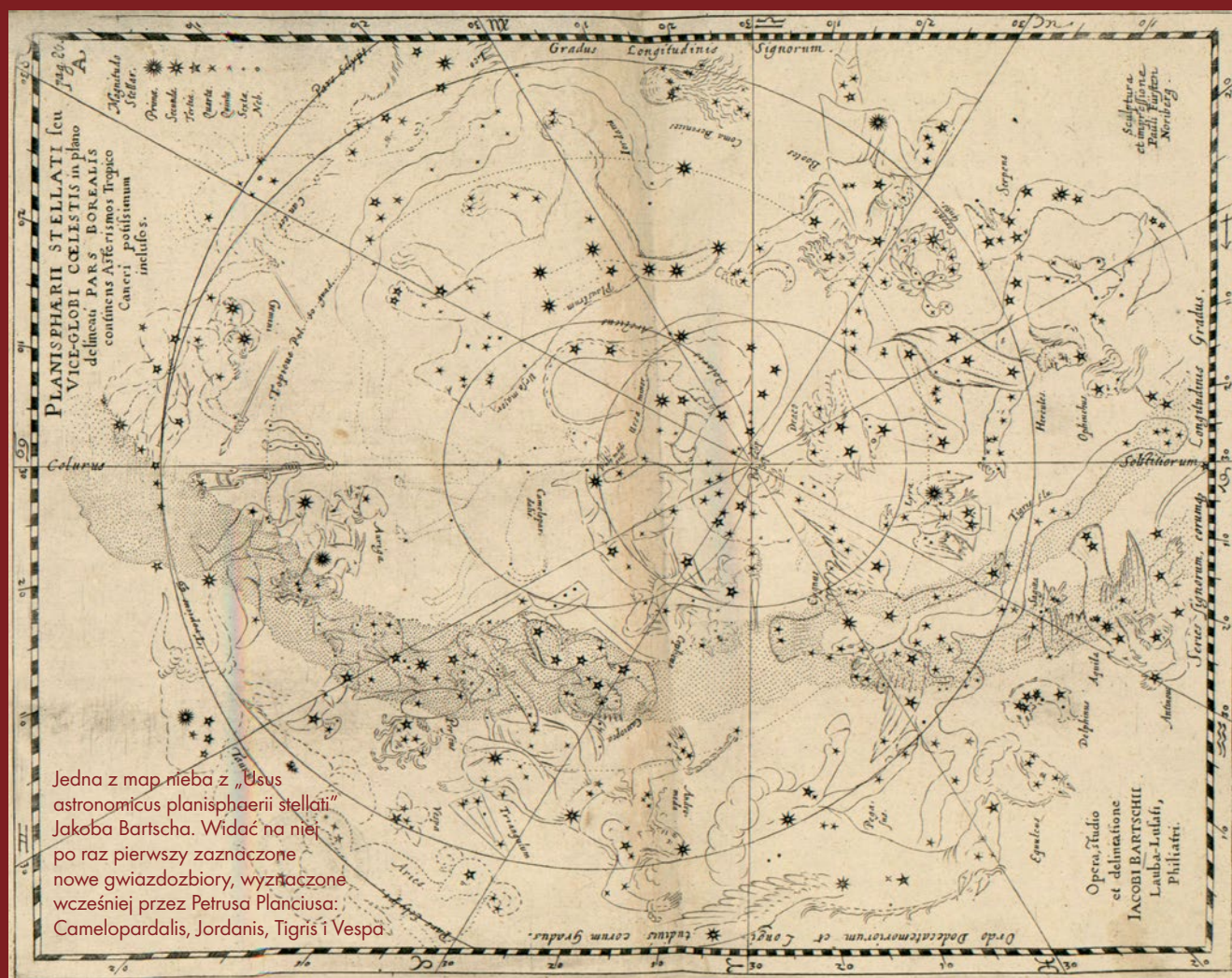
Jakob Bartsch i tranzyt Merkurego

# DAWNO TEMU POD ŁUŻYCKIM NIEBEM

 Arkadiusz Lipin, Sylwester Kołomański

*Jeśli jest coś, co może związać niebiański umysł człowieka z tym zakurzonym wygnaniem naszego ziemskiego domu i pogodzić nas z naszym losem, abyśmy mogli cieszyć się życiem — to jest to zaiste radość... nauk matematycznych i astronomii.*

Johannes Kepler w liście do Jakoba Bartscha



Jedna z map nieba z „Usus astronomicus planisphaerii stellati” Jakoba Bartscha. Widać na niej po raz pierwszy zaznaczone nowe gwiazdozbiory, wyznaczone wcześniej przez Petrusa Planciusa: Camelopardalis, Jordanis, Tigris i Vespa.

Źródło: domena publiczna

**K**ażda idea i rodząca się zeń inicjatywa, zwłaszcza śmiała, potrzebuje symbolu, patrona. Izerskiemu Parkowi Ciemnego Nieba także przydałaby się ikona, do której można byłoby się odwołać, oprzeć promocję, z której życiorysu wysnuty jakiś wątek byłby zaczynem tkania interesującej historii. IPCN jest położony w sercu gór, a te, choć wcześniej w dziejach skolonizowane i do pewnego stopnia ucywilizowane, pozostają głęboką prowincją. Ludzie nauki, postępu, tęgie głowy z lotną myślą raczej stronią od leśnych ostępów.

## TRZEJ Z GÓRNYCH ŁUŻYC

Inicjatorzy utworzenia IPCN, astronomowie z Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego (IA UWr), pilnie poszukiwali w dziejach Śląska i Górnych Łużyc — krajów izerskiej ciemności — odpowiedniej osobowości. Udało się odnaleźć ledwie kilku wybitnych jegomościów: Adolfa Traugotta von Gersdorfa z Pobiednej oraz dwóch lubanian — Paula Fabriciusa i Jakoba Bartscha.

Pierwszy był szlachcicem urodzonym na Górnych Łużycach. Pod Góry Izerskie sprowadził się w wieku dorosłym. Nie był *stricto* astronomem, choć obserwacje gwiazd, a zwłaszcza pomiary prędkości światła, jak najbardziej go pociągały i ma na tym polu zasługi dla nauki. Bardziej jednak był mineralogiem i elektrofizykiem. Tym niemniej postać to symboliczna, która stała się pierwowzorem dla Elipsona von Wygascha — fikcyjnej postaci wymyślonej na użytek programu edukacyjnego WYGASZ, przeprowadzonego przed siedmioma laty w ramach Ścieżek Kopernika przez UNIZERY — aliansu IA UWr i Towarzystwa Izerskiego [zainteresowanych nowatorskim programem odsyłamy do internetu].

Dwaj lubanianie, także Górnolużyczanie z urodzenia, jak na ludzi doby środkowoeuropejskiego renesansu przystało, byli nie tylko astronomami, lecz matematykami i medykami, a Fabricius ponadto — przyrodnikiem, kartografem i poetą. Nie są znani szerszym kręgom ludzkości, bowiem nie dane im było dokonać ani wiekopomnego odkrycia, ani też pozostać po sobie dzieł wybitnych.

Paul Fabricius na cesarskim dworze Habsburgów opracowywał kalendarze i tabele astronomiczne oraz publikował opisy komet obserwowanych marcu 1556,

,58 i ,77 r. Nie były to jednak dokonania przełomowe.

## LUBAŃ I ŻAGAŃ

O wielką astronomię otarł się młodszy z nich, Jakob Bartsch<sup>1</sup> urodzony 11 lat po śmierci Fabrycjusza. A to za sprawą współpracy i skoligacenia z wybitnym Johannesem Keplerelem, którego 450 rocznicę urodzin obchodziliśmy w ubiegłym roku.

Choć sam także ma w dorobku zasługi dla astronomii, to wyraźniej zapisał się pracą dla wybitnego Wirtembergczyka. Znany jest przede wszystkim z redakcji *Somnium* (*Snu*) Keplera — uznanej przez Carla Sagana za pierwszą powieść science fiction, a także z obliczeń efemeryd na lata 1629–1639, które dały asumpt do zaobserwowania 7 listopada 1631 r. tranzytu Merkurego przez Francuza Pierre’a Gassendiego (*więcej o tym w dalszej części artykułu*).

Pozanaukowymi zasługami wartymi podkreślenia jest zadbanie o interesy i dobrostan Keplerowej wdowy z dziećmi. Jakob Bartsch — zięć wybitnego astronoma, sprowadził jego rodzinę do swego Lubania i zajął się odzyskiwaniem od dłużników Keplera zobowiązań, drukiem *Snu* oraz sprzedażą efemeryd, które chętnie kupowali astrologowie i medycy (trudniący się podówczas także astrologią). Co prawda nie udało mu się ściągnąć wszystkich wierzytelności ani zdyskontować inwestycji Imć Johanna, lecz uratował rodzinę od niechybnej biedy.

Nie plenipotencja od Keplerów była największą zasługą Bartscha. Miał wszak wspomniany już własny dorobek. Niestety nierozwinięty, bowiem kostucha zbyt wcześniej ścięła podizerskiego uczonego. Dożył zaledwie 33 lat (data urodzin nie jest pewna), umierając podczas zarazy z 1633 r., która zabrała trzecią część ludności miasta nad Kwisą. Kto wie, ile by z siebie dał potomności, gdyby rozpostarł astronomiczne skrzydła? Zapowiadał się

<sup>1</sup> pol. Jakub Barcz. Nazwisko Bartsch (lub Bartz, pol. Barcz lub Barc, czes. Barč) możemy spotkać również dziś. Pochodzi od zdrobnienia imienia Bartłomiej.

dobrze. Już w wieku 22 lat zadebiutował dziełem *Nuncius mirabilium coelestium* poświęconym piaskowym i wodnym zegarom. Po dwóch latach wydał dwa kolejne, astronomiczne tytuły: *Tractatus de planisphaerio stellato* oraz *Usus astronomicus planisphaerii stellati*. Rozwinąwszy dorobek Petrusa Planciusa — astronoma holenderskiego — zappełnił mapę nieba sześcioma nowymi gwiazdozbiorami wyznaczonymi przez Planciusa: Camelopardalis (Żyrafa), Galus (Kogut), Jordanis (rzeka), Tigris (rzeka), Unicorn (Jednorożec), Vespa (Osa, nazwa nadana przez samego Bartscha). Dziś z tych



Jacob Bartsch, ~1600–1633

gwiazdozbiorów zostały tylko dwa: Żyrafa i Jednorożec.

Niewiele wiadomo niestety o medycznej stronie kariery Bartscha. Tyle tylko, że studiował medycynę w Padwie (gdzie uzyskał tytuł doktora). Zmierzając w 1625 r. do tego miasta na naukę, po drodze w Ulm, spotkał po raz pierwszy swego późniejszego Mistrza. O praktyce medycznej dowiadujemy się od teścia nadmienianego o tym w liście do swego przyjaciela Berneggera. W tym samym liście wyrzuca Bartschowi zajmowanie się astrologią. Brzmi to osobliwie u kogoś, kto sam zarabiał w ten sposób na życie, stawiając horoskopy Albrechtowi von Wallensteinowi i cesarzowi Rudolfowi II.

Nauki astronomiczne i matematyczne Jakob Bartsch zgłębiał w Lipsku i według



niektórych źródeł także w Strasburgu. Na tamtejszym uniwersytecie, pod koniec trzeciej dekady życia, starał się o katedrę matematyki. Tamże ożenił się z Susanne, córką Keplera i jeszcze w tym samym 1630 roku przeniósł się do Żagania. Tu też służył na dworze księcia Wallensteina. Korzeni na północnej rubieży Śląska jednak nie zapuścili. Zaledwie po około pół roku wynieśli się do Lubania. Bowiem u cesarskiego wodza — księcia Albrechta po śmierci J. Keplera opieki nie było co szukać.

Ostatnie trzy lata życia lubańskiego uczonego spędził na zajmowaniu się Keplerami: zredagowaniu i druku *Snu* i opiece nad rodziną żony, pozostawioną surowemu losowi. Publikacji powieści teścia sam nie doczekał, bo dopiero Ludwig Kepler ostatecznie wydał dzieło ojca w 1634 r. Nie wiemy, czy praktyka medyczna pochłaniała Bartscha bez reszty, czy też może był daleko poza naukowymi ośrodkami pozbawiał go sposobności do pracy astronomicznej? Niestety niczego ponad wspomniane opracowania po sobie w tej dziedzinie nie pozostawił.

Choć wszyscy trzej Górnoluzycanie, zamieszkujący lub pochodzący z Pogorza

Izerskiego, nie są postaciami wybitnymi w astronomicznym panteonie — zasługują na pamięć. Może nawet coś więcej, ot choćby biogramy w materiałach promocyjnych poświęconych Izerskiemu Parkowi Ciemnego Nieba.

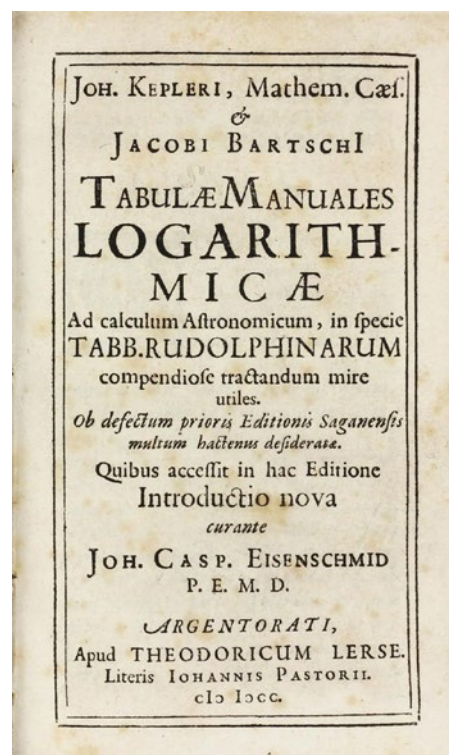
Tymczasem patron-ikona Parku może dopiero nam się objawić? Może właśnie pracuje na to, by IPCN nosił jej/jego imię, a może dopiero się narodzi?

## KEPLER, BARTSCH I TRANZYT MERKUREGO

Tranzyty (przejścia na tle Słońca) Merkurego i Wenus to zjawiska rzadkie i trwające krótko. Aby móc je zaobserwować, są potrzebne dokładne efemerydy tych planet. Do obliczenia dokładnych efemeryd jest potrzebna dobra znajomość planetarnych orbit, a do wyznaczenia orbit potrzebujemy szeregu obserwacji położenia planet. Zadanie to szczególnie trudne było w przypadku Merkurego, który na ziemskim niebie zawsze jest blisko Słońca, co utrudnia prowadzenie obserwacji.

Rozważania dotyczące przejścia Wenus i Merkurego na tle Słońca znajdziemy w *Almageście* Ptolemeusza. Wprawdzie

Merkury jest za mały, żeby dostrzec jego tranzyt gołym okiem, ale jest to możliwe w przypadku tranzytu Wenus. Nie jest znana jednak żadna pewna obserwacja tego zjawiska pochodząca sprzed XVII w. Kepler miał nadzieję, że uda mu się zaobserwować tranzyt którejś z tych planet. Pierwszą próbę podjął w 1607 r., używając kamery otworkowej (*camera obscura*). Niestety ciemny punkt, który zobaczył wówczas na tarczy słonecznej, okazał się plamą słoneczną, z czego Kepler zdał sobie sprawę kilka lat później. W 1609 r. astronomia „zdobywa” potężne nowe narzędzie do obserwacji — teleskop. Kepler przeczuwał, że dzięki teleskopom uda się w końcu zobaczyć tranzyt. Potrzebne były tylko dokładne przewidywania, kiedy taki tranzyt nastąpi.



Karta tytułowa *Tabulae manuales logarithmicæ ad calculum astronomicum Keplera i Bartscha z 1631 r.*

A to było coś, co Kepler mógł dostarczyć.

W 1627 r. Kepler opublikował *Tablice rudolfskie* (*Tabulae Rudolphinae*), które powstały dzięki wieloletnim obserwacjom wykonanym przez niego i Tycho Brahe. Oparte były na kopernikańskiej teorii heliocentrycznej i prawach ruchu planet, które Kepler odkrył. *Tablice* umożliwiały wyznaczenie przyszłego położenia (efemeryd) znanych wówczas planet, w tym Merkurego i Wenus. Czy jednak efemerydy były wystarczająco dokładne? Tranzyt był dobrą okazją, żeby to sprawdzić.

Bartsch i Kepler wykonali na podstawie *Tablic* żmudne obliczenia, opracowując efemerydy planet na lata 1629–1639. Z obliczeń wynikało, że w 1631 r. nastąpi tranzyt Merkurego (7 listopada) i Wenus (6 grudnia). Kepler, zdając sobie sprawę z niedokładnej znajomości orbit planet, szczególnie Merkurego, zalecał prowadzenie obserwacji również dzień przed i dzień po przewidzianej dacie tranzytu. Pozostało tylko czekać na wyznaczony dzień.

Niestety Kepler nie doczekał tych zjawisk, zmarł w listopadzie 1630 r. Nie ma informacji o tym, czy Bartsch próbował obserwować tranzyt Merkurego. Zjawisko na szczęście nie przeszło nieuważo-



Karta z *Planisphaerium stellatum seu vice-globus coelestis in plano delineatus* Jakoba Bartscha. Po prawej Kepler, a za nim Kopernik



ne. Przewidywania obu tranzytów zostały wydane w formie drukowanej broszury (*Admonitio ad astronomos*) w roku 1629 i powtórnie w 1630 r. przez Bartscha. Broszura miała zachęcić astronomów do podjęcia próby zaobserwowania tranzytów. Była też swego rodzaju reklamą *Tablic rudolfskich*.

Dzięki staraniom Bartscha informacja o tranzytach przewidzianych na 1631 r. trafiła z odpowiednim wyprzedzeniem do wielu astronomów europejskich, w tym do Pierre'a Gassendiego. Był on jednym z nielicznych, którym udało się tranzyt Merkurego zobaczyć — wiemy o trzech takich szczęśliwcach. Jedną z przyczyn tak małej liczby udanych obserwacji tranzytu była europejska listopadowa pogoda. Drugą — założenie astronomów, w tym samego Keplera, odnośnie rozmiaru kąтового Merkurego w trakcie tranzytu. Merkury okazał się wielokrotnie mniejszy niż wówczas zakładano. To sprawiło, że niektórzy obserwatorzy mogli nie dostrzec małej tarczy planety na tle Słońca z powodu niewystarczająco dobrego sprzętu obserwacyjnego.

Na szczęście Gassendi był dobrze przygotowany. Swoje obserwacje opisał bardzo dokładnie w liście skierowanym do swojego kolegi Wilhelma Schickharda (*Mercurius in Sole visus et Venus invisus*). Zanotował m.in., że tranzyt nastąpił niecałe 5 godzin wcześniej niż to przewidywały obliczenia Keplera i Bartscha.

To oczywiście efekt błędu w wyznaczonym położeniu Merkurego. Błąd był jednak niewielki, wielokrotnie mniejszy od błędu w położeniu tej planety wyznaczonym na przykład z tablic bazujących na teorii geocentrycznej Ptolemeusza. Zachęcony udaną obserwacją, Gassendi podjął próbę dostrzeżenia tranzytu Wenus 6 grudnia 1631 r. Niestety nic nie zobaczył. Tranzyt zaszedł w trakcie trwania nocy w Europie, z 6 na 7 grudnia. Można go było zaobserwować z obu Ameryk, jak to wskazywały efemerydy Keplera i Bartscha. Nie mamy żadnych informacji o tym, czy ktokolwiek ten tranzyt wydziął.

Efemerydy zawarte w *Admonitio ad astronomos* umożliwiły w końcu astronomom zaobserwowanie tranzytu Merkurego. Pozwoliło to na dokładniejsze określenie paramentów orbity tej planety i, co nie mniej ważne, jej rozmiaru kąowego. Obserwacja dokonana przez Gassendiego wskazała, że rozmiary planet mogą być wyraźnie inne niż się wydawało astronomom na podstawie obserwacji przedteleskopowych. Uwagę na to zwracał już Galileusz, ale tranzyt z 1631 r. dobitnie

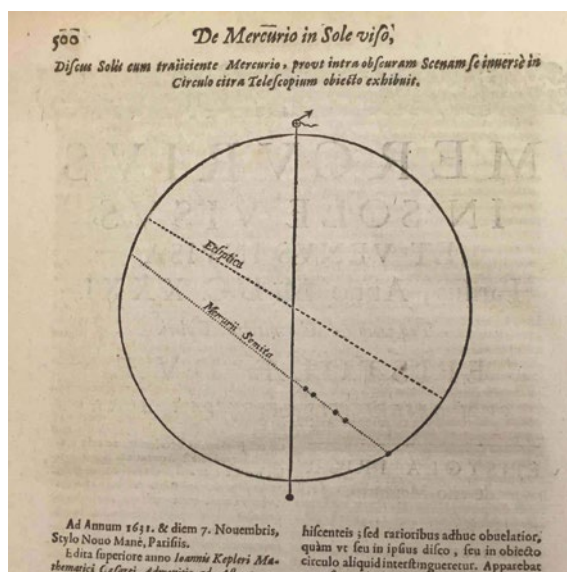
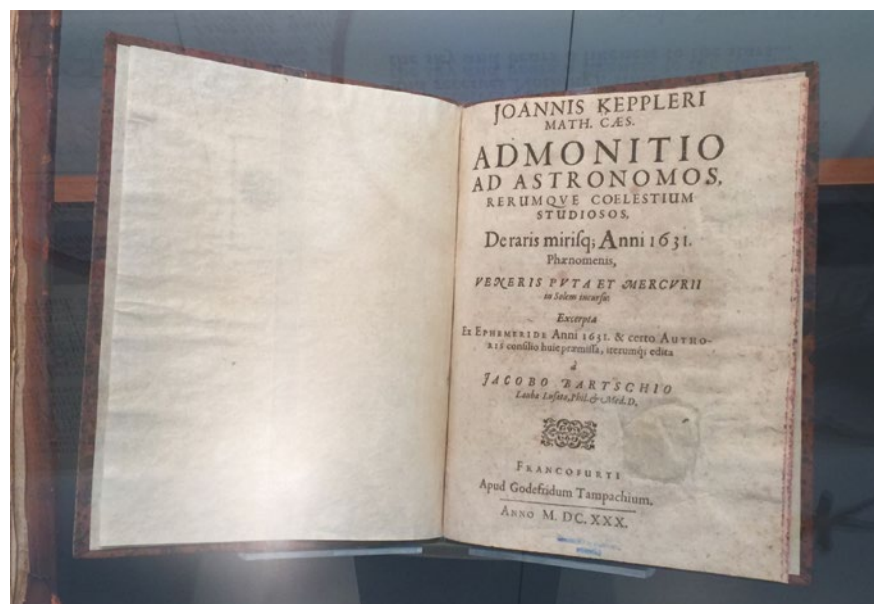


Diagram Gassendiego przedstawiający tranzyt Merkurego 7 listopada 1631 r., opublikowany w *Mercurius in Sole visus et Venus invisus* (1632).

pokazał, że do wyznaczenia rozmiarów kątowych planet trzeba użyć teleskopu. Tranzyt Merkurego był jednocześnie doskonałą okazją do weryfikacji teorii, na której oparte były efemerydy. Zgodność przewidywań z obserwacjami stanowiła istotne potwierdzenie dla słuszności teorii heliocentrycznej i praw Keplera.

Predykcja i obserwacja przejścia Merkurego na tle Słońca w 1631 r. była ważną dla rozwoju astronomii historią. Lubański astronom, Jakob Bartsch, odegrał w tej historii mało znaną, ale niemającą rolę.



Broszura *Admonitio ad astronomos* wydana przez Jakoba Bartscha w 1630 r. (drugie i ostatnie wydanie), zawierająca przewidywanie wystąpienia tranzytów Merkurego i Wenus w 1631 r. Tytuł broszury: Przypomnienie astronomom i badaczom ciał niebieskich o niesamowitych i rzadkich zjawiskach roku 1631, takich jak przejście Wenus i Merkurego przed Słońcem. Wyciąg z efemeryd na rok 1631

## Bibliografia

- Kierul J., „Kepler”, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa, 2007
- red. Tekiel Ł., Sochańska M., „Z Lubaniem w życiorysie. Wybór biogramów z okazji 800 lat miasta”, Lubań, 2020
- Bernacki T., „Miasto spod znaku Wielkiej Komety”, <https://luzacja.blogspot.com/2020/09/miasto-spod-znaku-wielkiej-komety.html> [dostęp 15 listopada 2021 r.]
- „Gassendi and the Transit of Mercury”. *Nature*, 128(3236), 787–788, 1931
- Van Helden, A., „The Importance of the Transit of Mercury of 1631”, *Journal for the History of Astronomy*, 7(1), 1–10, 1976
- Van Helden, A., „Measuring the Universe: Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley”, University of Chicago Press, Chicago, 1985

## Errare humanum est (3)

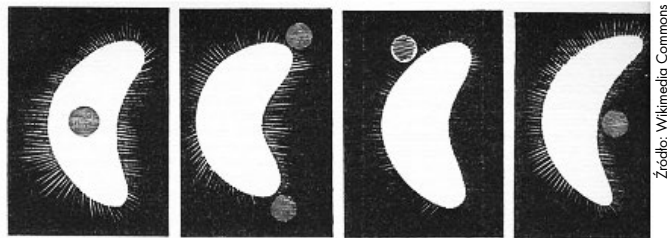
# Wenusjański księżyc

**H**istoria nauki pełna jest różnego rodzaju pomyłek, spektakularnych wpadek, zwykłych błędów, drobnych albo wręcz przeciwnie — piramidalnych potknięć, twierdzeń, które ostatecznie okazywały się niewypałem, przypadków, które niemal cudem ratowały reputację uczonych, albo na zawsze ją przekreślały. Przyjrzyjmy się niektórym z nich w dziedzinie astronomii.

Niezwykle ciekawie przedstawia się historia odkrycia księżycyca Wenus. Włoski astronom Francesco Fontana (ok. 1580–1656) 11 listopada 1645 r. wycelował swoją lunetę w Wenus i ujrzał w centrum sierpa „czerwoną plamę [wielkości] około 1/5 promienia”. Fontana znalazł ją na jednym z detali powierzchni planety. Kiedy ta „plama” wynurzyła się poza krawędź oświetlonej części Wenus, uświadomił sobie, że tak poruszać się może tylko ciało niebieskie obiegające planetę, czyli księżyc. Fontana uznał więc, że został odkrywcą satelity Wenus. Jednak kolejnych obserwacji nie było.

Dopiero w roku 1672 słynny francuski astronom Giovanni Domenico Cassini również zauważył małego towarzysza w pobliżu Wenus. Cassini, będąc ostrożnym, w obawie przed pomyłką postanowił nie ogłaszać swoich obserwacji, ale 14 lat później, kiedy w 1686 r. zobaczył obiekt ponownie, złożył formalne ogłoszenie o możliwym księżycu Wenus: *18 sierpnia 1686 r., obserwując*

*Wenus o 4.15 rano, zauważyłem na wschód od niej, w odległości 3/5 średnicy planety, jasny obiekt o niewyraźnych konturach. Wydawało się, że jest prawie w tej samej fazie, co Wenus, znajdująca się na zachód od Słońca. Średnica obiektu była równa prawie 1/4 średnicy planety. Uważnie go obserwowałem przez 15 minut. Także sam obiekt widziałem 25 stycznia 1672 roku, w godzinach 06.52 — 07.02, po czym znikł on w promieniach zorzy. Wenus*



Obserwacje księżycyca Wenus wykonane przez Fontanę

*była w kształcie sierpa i obiekt miał taki sam kształt. Podejrzewałem, że miałem do czynienia z księżycem niezbyt dobrze odbijającym słoneczne światło, znajdującym się w tej samej odległości od Słońca i Ziemi co Wenus, i powtarzającym jej fazę.*

Znacznie później, 23 października 1740 r. satelitę zaobserwował angielski konstruktor przyrządów optycznych James Short. W swoim dzienniku obserwacyjnym zanotował: *Po skierowaniu teleskopu na Wenus zauważyłem przy nim małą gwiazdkę. Potem wziąłem inny teleskop o powiększeniu 50–60 razy większym. Po upewnieniu się, że Wenus jest bardzo wyraźnie widoczna, a co za tym, że powietrze jest bardzo przezroczyste, powiększyłem ją o 240 razy i ku mojemu wielkiemu zdumieniu zobaczyłem, że „gwiazda” ma tę samą fazę co Wenus. Jej średnica była w przybliżeniu 1/3 Wenus lub nieco mniejsza; nie świeciła tak jasno, ale kontury były bardzo wyraźne i odróżniały się. Linia łącząca środek Wenus i omawianego obiektu tworzyła z jej równikiem kąt rzędu 18–20 stopni. Tego ranka obserwowałem obiekt kilka razy przez godzinę, ale zbliżał się dzień i mniej więcej kwadrans po ósmej zniknął. Od tego czasu próbowałem go zobaczyć każdego poranka, ale nigdy więcej nie miałem tyle szczęścia.*

Później obiekt widzieli także inni astronomowie — Niemiec Andreas Mayer w 1759 r. i Włoch J. L. Lagrange w 1761 r. Lagrange ogłosił, że płaszczyzna orbity satelity jest prostopadła do ekliptyki. W 1761 r. obiekt był oglądany 18 razy przez pięciu obserwatorów. Obserwacje Abrahama Scheutena 6 czerwca 1761 r. były szczególnie interesujące. Widział Wenus przechodzącą przed tarczą Słońca, której towarzyszyła mniejsza ciemna plama po jednej stronie, która podążała za Wenus podczas jej tranzytu. Podał następujący opis tej obserwacji: *Dziś rano o 5.30 widziałem Wenus na tarczy Słońca. Zachmurzenie uniemożliwiło obserwację w godzinach od 8 do 12. O godzinie 12 zobaczyłem Wenus i jej małego satelitę w centrum tarczy słonecznej. O 15. była blisko jego krawędzi.* Scheuten oszacował rozmiar satelity na 1/4 średnicy Wenus. Także astronom amator Friedrich Artzt prowadził obserwacje



Francesco Fontana (ok. 1580–1656)



podczas tranzytu Wenus w 1761 r. Gdy Wenus dotarła do środka tarczy Słońca, zobaczył małą, ciemną plamę na jej krawędzi, która podążała tą samą trasą, co Wenus i nie zniknęła, nawet gdy Wenus przestała być widoczna. Rzekomy satelita pozostawał w tyle za planetą o 5 godzin, a jego promień został oszacowany przez Artzta na około 1/5 promienia Wenus. Później było też osiem obserwacji w 1764 i jedna Christiana Horrebowa w 1768 r. Horrebow zanotował: *Nigdy wcześniej nie widziałem spektaklu, który bardziej by mnie zafascynował; Myślałem, że rzeczywiście widziałem księżyc Wenus i poczułem radość w sercu, ponieważ teraz było dla mnie jasne, że Pan obdarzył mieszkańców Wenus satelitą takim jak nasz. Podjąłem kilka prób ustalenia, czy to słabo świecące ciało nie jest odbiciem w teleskopie, ale doszedłem do wniosku, że to światło musi być w rzeczywistości księżycem Wenus.*

Obserwacje budziły jednak wątpliwości. Wielu astronomom nie udało się dostrzec księżycy Wenus. Astronom francuski Jacques Montaigne specjalnie obserwował niebo, by znaleźć satelitę Wenus, przedsięwzięwszy wszelkie środki ostrożności przed ewentualnymi złudzeniami optycznymi. Najpierw zobaczył go 3 maja 1761 r. Tak jak wcześniej, fazy satelity i planety były zgodne. 4, 7 i 11 maja (inne noce były pochmurne) Montaigne znów zaobserwował satelitę. Jego położenie w stosunku do Wenus zmieniało się, zaś faza zawsze była zgodna.

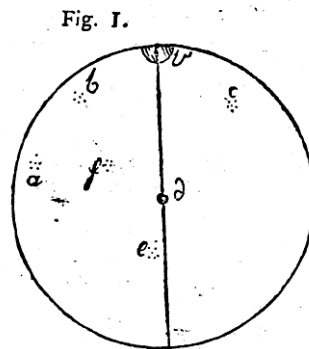
Montaigne, odnoszący się dotąd dość sceptycznie do istnienia księżycy Wenus, uwierzył w jego realność. Wkrótce do Akademii Nauk w Paryżu przedłożony został memoriał z wnioskiem o uznanie odkrycia satelity Wenus. Znalazły się w nim między innymi takie oto słowa: *Rok 1761 będzie się wyróżniał w historii astronomii tym, że 3 maja został odkryty satelita okrążający Wenus. Odkrycie to zawdzięczamy Montaigne'owi z Limoges. [...] Wiadomo, że to nowe ciało niebieskie ma średnicę równą*

## Dopiero w XIX wieku bezimienny dotąd satelita Wenus otrzymał nazwę [...]

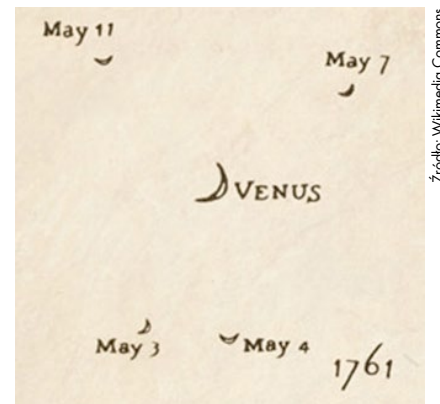
### Neith — na cześć staroegipskiej bogini polowania i wojny.

*1/4 średnicy planety i że jest oddalone od niej prawie tak samo, jak Księżyc od Ziemi. Jego okres obiegu wynosi 9 dni i 7 godzin.* Johann Heinrich Lambert z Niemiec obliczył dokładnie elementy orbity satelity i zamieścił je w „Berliner Astronomischer Jahrbuch 1777”. Średnia odległość od planety — 66,5 promienia Wenus, okres obiegu — 11 dni 3 godziny, nachylenie do ekliptyki — 64°. Nawet, gdyby tak było, Lambert popełnił jednak inny błąd w swych obliczeniach — ów satelita nie mógłby okrążać Wenus w tak krótkim czasie.

Dopiero w XIX wieku bezimienny dotąd satelita Wenus otrzymał nazwę. Belgijski astronom Jean Charles Houzeau, były dyrektor Królewskiego Obserwatorium w Brukseli, w 1878 r. nazwał go Neith — na cześć staroegipskiej bogini polowania i wojny. W 1884 r. Houzeau zasugerował, że „księżyc” to w rzeczywistości planeta, która krąży wokół Słońca co 283 dni. Taka planeta byłaby w koniunkcji z Wenus co 1080 dni, co zgadza się



Po lewej: rysunek Artzta wykonany podczas tranzytu Wenus w 1761 r. Wenus jest widoczna u góry (v), księżyc w pobliżu centrum (δ); po prawej: obserwacje Montaigne'a z 3, 4, 7 i 11 maja 1761 r.



Źródło: Wikimedia Commons

z zarejestrowanymi obserwacjami. Jeszcze w połowie XIX w. był przekonany o jego istnieniu brytyjski admirał i astronom William Henry Smyth, który wyraził pogląd, że najprawdopodobniej chodzi tu o niewielki obiekt i przypuszczalnie jego powierzchnia bardzo źle odbija światło słoneczne. Świeci bardzo słabo i w związku z tym niepodobna go dostrzec nawet przez większe lunety. Stąd częste niepowodzenia w jego obserwacjach. W roku 1875 astronom niemiecki F. Schorr napisał nawet niewielką książeczkę „Der Venusmond” („Księżyc Wenus”). Zresztą i wcześniej ukazało się co najmniej kilka książek na ten temat (M. Baudouin „De Satellite de Venus”, Paryż 1761; M. Hell „De Sattelite Veneris”, Wiedeń 1762). Chyba ostatnim obserwatorem Neith był amerykański astronom Edward Emerson Barnard — odkrywca słynnej Gwiazdy Barnarda, 14 komet i Amaltei — piątego księżycy Jowisza. 13 sierpnia 1892 r., tuż obok Wenus zauważył on gwiazdopodobny obiekt. Barnard ustalił, że jego położenie nie pasowało do położenia żadnej ze znanych gwiazd. Późniejsi astronomowie doszli do wniosku, że Barnard po prostu ujrzał wybuch dalekiej gwiazdy supernowej.

Belgijska Akademia Nauk opublikowała w 1887 r. artykuł, w którym badano każdą zgłoszoną obserwację Neith. Ustalono, że większość obserwacji można wytłumaczyć gwiazdami, które znajdowały się w pobliżu Wenus, w tym  $\chi$  Orionis,  $\mu$  Tauri,  $\gamma$  Orionis,  $\nu$  Geminorum i  $\theta$  Librae, lub były iluzjami optycznymi jako seria odbić wewnątrz optyki poszczególnych konstrukcji teleskopów. Obiekt ten w rzeczywistości nie istnieje.

Ale czy to stwierdzenie zamyka temat? Wcale nie. Jeszcze w drugiej połowie XX w. byli uczeni, którzy uważali, że Wenus może mieć satelitę, ale miałby on zaledwie około 1 km średnicy i okrążałby Wenus w odległości mniej więcej 1000 km od jej powierzchni i o bardzo krótkim okresie obiegu. Byłoby to ciało o nadzwyczaj słabej jasności, niewidoczne z Ziemi nawet przez największe teleskopy. Do wykrycia możliwy byłby jedynie za pomocą sond kosmicznych. I takie badania przeprowadzono. Z negatywnym, rzecz jasna wynikiem. Mało tego. W czasie, gdy na orbitę został wyniesiony pierwszy sztuczny satelita Ziemi, w końcu lat 50. XX w., zrodziła się hipoteza, iż XVII- i XVIII-wieczni astronomowie obserwowali obok Wenus po prostu... sztucznego jej satelitę, zbudowanego oczywiście przez Wenusjan.

No cóż, errare humanum est.

**Wiesław Krajewski**

## Odkrycia i ciekawostki z portalu URANIA.EDU.PL

### Proxima Centauri ma trzy planety!

Najbliższy układ planetarny względem naszego staje się coraz liczniejszy. W lutym ogłoszono odkrycie trzeciej planety okrążającej Proximę Centauri.

4,24 lat świetlnych – taki dystans dzieli nas od Proximy Centauri. Odkrył ją w 1915 r. Robert Innes, południowoafrykański astronom pochodzenia szkockiego. Prawdopodobnie Proxima jest częścią układu potrójnego – razem z gwiazdą podwójną Alfa Centauri. Po nieco ponad stu latach od momentu, gdy dowiedzieliśmy się o istnieniu Proximy, wiemy też, że gwiazda ta posiada swój układ planetarny i najnowsze odkrycie potwierdza istnienie już trzeciej planety w tym systemie.

W 2016 r. ogłoszono odkrycie Proximy Centauri b – pierwszej poznanej planety w tym systemie. Proxima b ma masę, która jest porównywalna z ziemską, natomiast jej okres obiegu to zaledwie 11 dni. Proxima b znajduje się w tzw. strefie nadającej się do zamieszkania (ekosferze), czyli obszarze wokół gwiazdy, w którym na powierzchni planety może występować woda w stanie ciekłym. Co ciekawe, astronomowie mieli wstępne przypuszczenia o istnieniu planety już parę lat wcześniej i w ramach kampanii Pale Red Dot przeprowadzono obserwacje, które dowiodły istnienia planety.

W 2019 r. udało się wykryć sygnały wskazujące na istnienie drugiej planety – Proximy Centauri c. Potwierdzenie nastąpiło w 2020 r. W tym przypadku obiekt należy do kategorii tzw. superziemi. Ma masę 7 razy większą niż nasza planeta. Z kolei orbita jest bardzo szeroka i na jeden pełny obieg wokół gwiazdy potrzebuje aż 1928 dni, czyli ponad 5 lat.

W 2022 r. do grona znanych planet wokół Proximy dołączyła Proxima Centauri d. Jest ona najmniejsza, z zaledwie jedną czwartą masy Ziemi. Krąży też najbliżej swojej gwiazdy, dokonując pełnego obiegu po orbicie w pięć dni. Dystans dzielący planetę od gwiazdy wynosi około czterech milionów kilometrów, co odpowiada jednej dziesiątej odległości Merkurego od Słońca.

Proximę d odkrył zespół badawczy, którym kierował João Faria z portugalskiego Instytutu Astrofizyki i Nauk Kosmicznych. Informację o odkryciu naukowcy zaprezentowali w czasopiśmie „Astronomy & Astrophysics”. Do swoich obserwacji użyli Bardzo Dużego Teleskopu (VLT). To instrument znajdujący się w Obserwatorium Paranal w Chile, należący do Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO). Na VLT działa bardzo precyzyjny spektrograf ESPRESSO, którym uzyskiwano widma Proximy Centauri. Następnie na podstawie przesunięć linii widmowych analizowano ruch gwiazdy i w ten sposób znaleziono efekty oddziaływania grawitacyjnego

wywołanego przez Proximę d. Efekty te są bardzo niewielkie. Wpływ, jaki wywiera Proxima d na ruch swojej gwiazdy, jest wielkości około 40 centymetrów na sekundę, czyli 1,44 km/h.

Krzysztof Czart

### Zbadano wpływ satelitów Starlink na obserwacje kosmosu

Od kilku lat amerykańska firma SpaceX umieszcza na orbicie wokół ziemskiej coraz więcej satelitów telekomunikacyjnych o nazwie Starlink. Obecnie sieć składa się z prawie 1800 satelitów, krążących na wysokości 550 km nad powierzchnią Ziemi, a docelowo ma składać się z aż 42 tysięcy satelitów. Projekt SpaceX budzi duże kontrowersje, m.in. wielu astronomów obawia się, że satelity, które na obrazach teleskopowych wyglądają jak długie smugi, mogą utrudniać, a nawet uniemożliwiać prowadzenie obserwacji astronomicznych wykonywanych z powierzchni Ziemi.

W celu zbadania wpływu satelitów Starlink na prowadzenie obserwacji kosmosu, międzynarodowy zespół naukowców kierowany przez dr. Przemysława Mroza z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego przeanalizował archiwalne obrazy nieba wykonane przez przegląd nieba Zwicky Transient Facility (ZTF). Projekt ZTF wykonuje regularnie (co dwa dni) zdjęcia całego dostępnego nieba w poszukiwaniu kosmicznych obiektów, które zmieniają jasność, poruszają się lub w jakikolwiek inny sposób zmieniają w czasie.

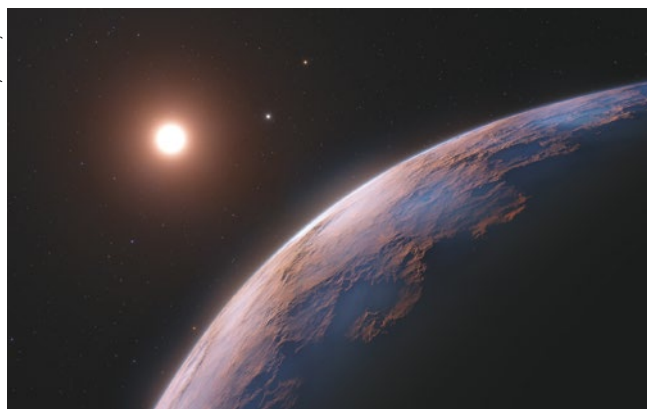
Wyniki badań zostały opublikowane w styczniu na łamach „Astrophysical Journal Letters”. Dane zebrane pomiędzy listopadem 2019 r., a wrześniem 2021 r. pozwoliły na wykrycie 5301 smug wywołanych przez satelity Starlink. Większość z nich została znaleziona na obrazach wykonanych w trakcie zmerchu lub świtu, czyli tuż po zachodzie Słońca lub przed jego wschodem, kiedy światło słoneczne odbija się od powierzchni satelitów. Obserwacje wykonywane w trakcie zmerchu lub świtu są niezwykle istotne w identyfikacji potencjalnego ryzyka – znajdowaniu asteroid, które mogą zbliżyć się do Ziemi i które znajdują się na niebie w pobliżu Słońca.

W 2019 r. obserwowano satelity Starlink na zaledwie 0,5% spośród wszystkich obrazów wykonanych podczas zmerchu lub świtu. Teraz to prawie 20%. Naukowcy szacują, że w przyszłości, kiedy sieć Starlink będzie składać się z około 10 tysięcy satelitów (co ma nastąpić przed 2027 rokiem), co najmniej jedna smuga będzie widoczna na praktycznie wszystkich obrazach zebranych w trakcie zmerchu lub świtu. Obserwacje wykonane w trakcie pozostałych części nocy są mniej podatne na wpływ satelitów Starlink, które chowają się wtedy w cieniu Ziemi. Nie można jednak wykluczyć, że w przyszłości inne firmy umieszczą swoje satelity na wyższych orbitach – mogłyby być one widoczne przez całą noc.

Pomimo wzrostu liczby obserwowanych satelitów, badania wskazują, że projekty naukowe prowadzone przez przegląd ZTF nie są jeszcze dotknięte w znaczący sposób. Pojedyncza smuga zajmuje mniej niż 0,1% całego obrazu nieba wykonywanego przez ZTF. Naukowcy mogą przegapić planetoidę lub inny obiekt znajdujący się za smugą satelity, ale w porównaniu do innych czynników, takich jak zła pogoda, nie jest to wielki problem dla ZTF. Z drugiej strony rosnąca liczba satelitów powoduje, że analiza danych staje się coraz bardziej skomplikowana i konieczne jest tworzenie specjalnego oprogramowania służącego do łagodzenia negatywnego wpływu smug na obserwacje astronomiczne. Niektóre obserwacje mogą jednak zostać bezpowrotnie utracone.

Naukowcy sprawdzili również, jak specjalne osłony, zaprojektowane przez SpaceX i montowane w ich satelitach od 2020 r. w celu zapobiegania odbiciu światła, wpływają na jasność smug na obrazach nieba. Osłony powodują, że satelity są prawie pięciokrotnie słabsze i mają jasność około

Źródło: ESO/Ł. Calçada



Artystyczne wyobrażenie pokazujące bliski widok na Proximę d. Na ilustracji widać też dwie inne znane planety krążące wokół gwiazdy Proxima Centauri





Fot: Robert Hurt (IPAC/Caltech)

Satelita Starlink poruszający się na tle Galaktyki Andromedy. Fragment zdjęcia wykonanego przez teleskop projektu Zwicky Transient Facility (ZTF) 19 maja 2021 r. Pole widzenia teleskopu jest 16 razy większe niż rozmiar przedstawionego obrazu

6,8 mag. Satelity Starlink są jednak wciąż zbyt jasne, żeby spełnić wymagania postawione podczas konferencji Satellite Constellations 1 (SATCON1), która odbyła się w 2020 r. i na której naukowcy oraz przedstawiciele firm sektora kosmicznego debatowali nad wpływem konstelacji satelitów na badania astronomiczne i środowisko. Eksperti zaproponowali wtedy, żeby wszystkie satelity wynoszone na orbitę wokół Ziemi były słabsze niż 7 mag, co znacznie zmniejszyłoby ich negatywny wpływ na obserwacje astronomiczne.

Autorzy badań podkreślają, że odnoszą się one głównie do stosunkowo niewielkich teleskopów, takich jak teleskop projektu ZTF, o średnicy lustra rzędu 1 m. Obserwacje prowadzone za pomocą większych i bardziej czułych teleskopów, na przykład Obserwatorium im. Very Rubin o średnicy ponad 8 m (budowane obecnie w Chile), mogą być znacznie bardziej dotknięte przez smugi satelitów.

Źródło: OA UW

## Astronomowie złożyli petycję w ONZ w sprawie ochrony ciemnego nieba

Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU), Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) oraz Square Kilometre Array Observatory (SKAO), wsparte przez Chile, Hiszpanię i Słowację wystąpiły z wnioskiem do Komitetu ONZ ds. Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej (COPUOS), dotyczący lepszej ochrony naturalnego ciemnego nieba. Publikacja została zaakceptowana do dyskusji podczas sesji Podkomitetu Naukowego i Technicznego COPUOS trwającej od 7 do 18 lutego. Oznacza to, że po raz pierwszy temat ochrony ciemnego nieba stał się punktem formalnego porządku obrad w ramach ONZ.

Naukowcy wskazują, że nawet 100 tysięcy satelitów może zostać umieszczonych w najbliższej dekadzie na orbicie okołoziemskiej. Są one ważne dla globalnych sieci komunikacyjnych, ale satelity te mogą zaburzyć astronomię z powodu swojej liczebności, jasności na niebie, a także wszechobecnych emisji radiowych. W szczególności mogą wpłynąć na pomiary, które wymagają obserwacji o zmierzchu, takich jak poszukiwania planetoid zagrażających Ziemi. Do 2030 r., dla obserwatorium w typowych środkowych szerokościach geograficznych, ponad 5000 satelitów może być potencjalnie wykrywalnych w danym momencie czasu. Duże konstelacje satelitów stanowią także wyzwanie dla radioastronomii. Mnóstwo nowych satelitów będzie skutkowało tysiącami dodatkowych nadajników radiowych, wpływających na pomiary dokonywane przez bardzo czułe radioteleskopy.

Międzynarodowe podejście jest niezbędne dla ochrony ciemnego nieba. Potrzebne są wspólne wysiłki rządów, przemysłu, astronomów, a nawet indywidualnych osób. Zaprezentowany wniosek wskazuje cztery główne akcje w ramach niwelowania wpływu satelitów na obserwatoria astronomiczne: (1) uznanie, że naziemne i kosmiczne badania astronomiczne stanowią instrumentalną część eksploracji kosmosu; (2) zwracanie uwagi rządów na negatywne skutki niekontrolowanej ekspansji sztucznego światła w nocy; (3) wspieranie przyjęcia zestawu dobrowolnych najlepszych praktyk dla operatorów konstelacji satelitów; (4) zapewnienie, że „Wpływ konstelacji satelitów na urządzenia astronomiczne” będzie uwzględniony w porządku obrad Podkomitetu Naukowego i Technicznego aż do chwili, gdy problem zostanie satysfakcjonująco rozwiązany.

Źródło: ESO

## Bąbel Lokalny źródłem wszystkich młodych gwiazd w otoczeniu Słońca

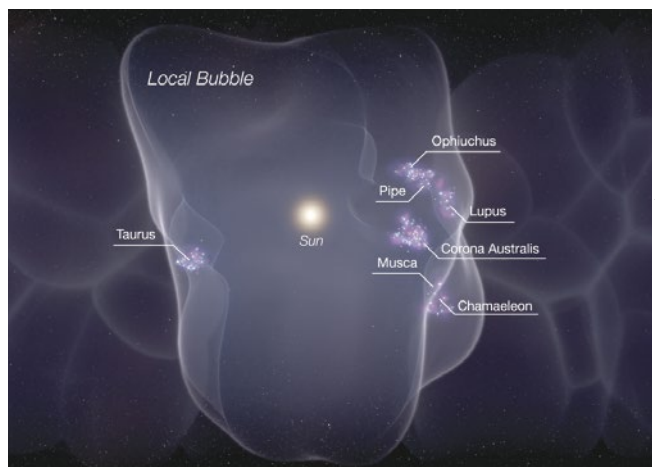
Astronomowie odtworzyli historię ewolucji gwiazd w sąsiedztwie Słońca. Pokazali jak ciąg zdarzeń, który rozpoczął się 14 mln lat temu, doprowadził do powstania ogromnego bąbla o aktualnej średnicy około 1000 lat św., który jest odpowiedzialny za powstanie wszystkich młodych gwiazd w pobliżu Słońca.

Główną ilustracją publikacji, która ukazała się w styczniu w *Nature*, jest trójwymiarowa animacja czasoprzestrzenna, która ujawnia, że wszystkie młode gwiazdy i obszary powstawania gwiazd do około 500 lat św. wokół Słońca znajdują się na powierzchni olbrzymiego bąbla kosmicznego zwanego Bąblem Lokalnym.

Prędkość ekspansji tego bąbla, jak również historyczne i obecne trajektorie ruchu rodzących się gwiazd na jego powierzchni, zostały wyznaczone z danych uzyskanych przez satelitarne obserwatorium astronomiczne Gaia. Dzięki tym danym oraz m.in. oprogramowaniu Glue astronomowie stworzyli trójwymiarową mapę powierzchni Bąbla Lokalnego i policzyli trajektorie ruchu siedmiu głównych obszarów formowania się gwiazd lub gęstych obłoków molekularnych, w których mogą powstać młode gwiazdy (Ro Ophiuchi, Fajka – ang. Pipe, Lupus, Chameleon, obszary w gwiazdozbiorze Muchy – Musca, obszar w gwiazdozbiorze Corona Australis i Obłok Molekularny w Byku). Obserwacje pozwoliły też wyznaczyć obecną prędkość ekspansji tej kosmicznej pustki na 6,4 km/s. Pokazano też, jak seria wybuchów supernowych około 14 mln lat temu wywołała ekspansję materii międzygwiazdowej i stworzyła strukturę podobną do bąbla, na powierzchni którego rodzą się gwiazdy.

Słońce wraz z Układem Słonecznym nie będzie cały czas wewnątrz Bąbla Lokalnego. Szacuje się, że za około 8 mln lat Słońce opuści tę strukturę. Ale możliwe, że do tego czasu Bąbel Lokalny przestanie istnieć.

Ryszard Biernikowicz



Źródło: CA, Leah Huaak (STScI)

Wizja artystyczna Bąbla Lokalnego z gwiazdami powstającymi na jego powierzchni

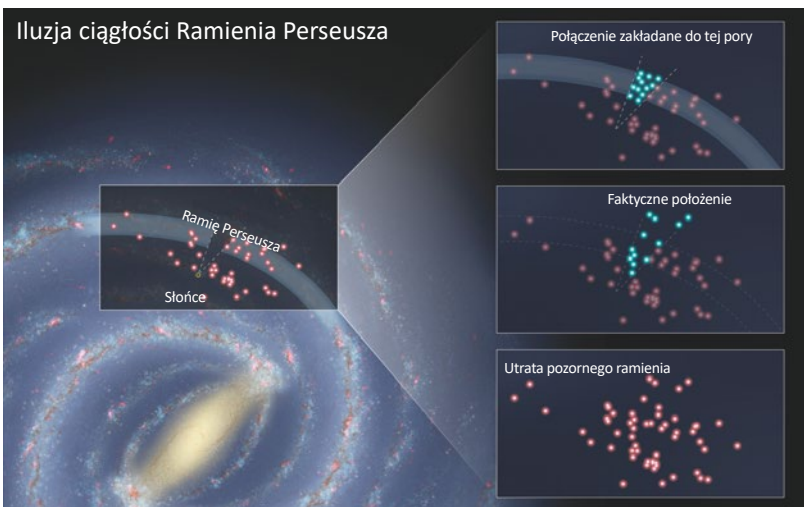
## Złudzenie ciągłości Ramienia Perseusza?

Do tej pory astronomowie uważali, że Ramię Perseusza posiada wąski i wyraźnie widoczny kształt. Jednak najnowsza publikacja J. Peeka ze współpracownikami pokazuje, że przynajmniej fragment Ramienia Perseusza położony na zewnątrz orbity galaktycznej Słońca może być iluzoryczny – bez jakiegokolwiek wyraźnie określonej struktury. Ta iluzja jest wynikiem złożoności – co zostało po raz pierwszy przewidziane przez W. Burtona już w 1971 r.

Od dawna wiadomo, że nasza Droga Mleczna jest galaktyką spiralną o kształcie podobnym do smażonego jajka o cebulowatym wybrzuszeniu w centrum i cienkim, płaskim dysku składającym się z gwiazd. Przez dziesięciolecia astronomowie próbowali opracować mapę dysku Drogi Mlecznej i związanych z nim ramion spiralnych. Wcześniejsze publikacje sugerowały, że Droga Mleczna ma strukturę spiralną określaną w języku angielskim pojęciem „grand design” („efektowny wzór”/„robiąca wrażenie konstrukcja”), z długimi, wąskimi i wyraźnie zarysowanymi ramionami spiralnymi. Jednak nowa publikacja wskazuje na to, że przynajmniej jeden fragment obszaru Drogi Mlecznej poza orbitą galaktyczną Słońca jest znacznie bardziej kłaczkowaty i chaotyczny. Astronomowie przypuszczają, że cały obszar Drogi Mlecznej poza orbitą Słońca przypomina najbliższą galaktykę Messier 83 z krótkimi, rozdrobnionymi fragmentami ramion.

Największym wyzwaniem podczas mapowania naszej Galaktyki jest wyznaczenie odległości do danej gwiazdy, gromady gwiazdowej lub obłoku gazowego. Najlepszą metodą są pomiary paralaksy radioźródeł zwanych maserami. Niektóre z nich można znaleźć w obszarach formowania się masywnych gwiazd. Jednakże nieuchronnie prowadzi to do luk. Aby uzupełnić te luki, astronomowie nie badali obszarów powstawania gwiazd, ale obłoki gazowe, a konkretniej – ich ruchy. W idealnej sytuacji, mierzone składowe radialne prędkości obłoków gazowych (czyli składowe w kierunku linii obserwator – ciało niebieskie) są bezpośrednio związane z ich odległościami. Jest to spowodowane rotacją Drogi Mlecznej. Więc mierząc prędkości obłoków gazowych, wyznacza się odległości, a tym samym odpowiadającą im strukturę Drogi Mlecznej.

Co w przypadku, gdy nie jest idealnie? To znaczy, gdy obłok gazowy oprócz dominującego ruchu rotacyjnego wokół centrum Drogi Mlecznej wykazuje również ruchy chaotyczne. Czy te dodatkowe ruchy można usunąć z przygotowywanej mapy Drogi Mlecznej?

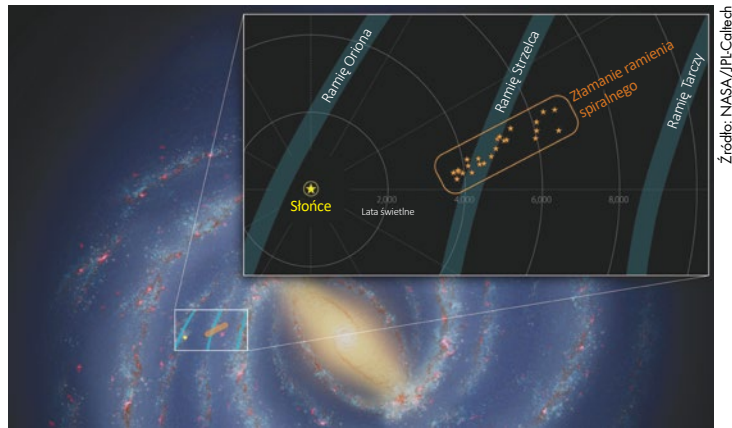


Rysunek fragmentu Drogi Mlecznej widzianej z góry. Astronomowie opracowali mapę najbliższego fragmentu Ramienia Strzelca, mierząc położenie radioźródeł zwanych maserami (różowe kropki) i obłoków pyłowych (niebieskie kropki). Po prawej stronie w górnym panelu zakreślony obszar o granicach wyznaczonych na podstawie pozycji maserów i obłoków pyłu pokazuje to, co do tej pory uważano za Ramię Perseusza. Nowe obserwacje (po prawej stronie – środkowy panel) pokazują, że niektóre z tych obłoków pyłowych są bliżej lub dalej od Słońca niż do tej pory uważano. Z tego powodu Ramię Perseusza może być bardziej kłaczkowate i mniej wyraźnie określone (po prawej stronie – dolny panel)

Aby odpowiedzieć na to pytanie, badacze obserwowali nie gaz, ale pył. Ogólnie w Drodze Mlecznej gaz i pył są ze sobą silnie związane. Więc jeżeli opracuje się mapę rozmieszczenia pierwszego, to również jest to mapa tego drugiego. Trójwymiarowe mapy Galaktyki można stworzyć, mierząc kolory dużego zbioru gwiazd na niebie. Im więcej jest pyłu pomiędzy daną gwiazdą a naszym teleskopem, to tym bardziej czerwona wydaje się gwiazda w porównaniu do jej barwy naturalnej.

Zbadano spiralne Ramię Perseusza, które znajduje się poza orbitą Słońca w dysku Drogi Mlecznej. Zostały porównane odległości wyznaczone z poczerwienienia pyłowego, z odległościami wyznaczonymi z relacji prędkości radialnych w Drodze Mlecznej. Okazało się, że wiele z tych obłoków pyłowych nie znajduje się w odległości odpowiadającej Ramieniu Perseusza, ale rozciągają się aż na odległość około 10 tys. lat św.

Ryszard Biernikowicz



Wcięcie lub złamanie w Ramieniu Strzelca w Drodze Mlecznej

## „Brzydkie złamanie” w Ramieniu Strzelca

Ramiona spiralne Drogi Mlecznej tworzą bardziej skomplikowane kształty niż to, co do tej pory o nich wiedzieliśmy. Na przykład ostatnio astronomowie odkryli coś na kształt „złamania” w Ramieniu Strzelca. Jest to nachylone pod dziwnym kątem „wcięcie” o długości około 3000 lat świetlnych, które wygląda nieestetycznie – niczym wystające kości po złe zrośniętym złamaniu.

Wyniki badań zostały opublikowane w czasopiśmie „Astronomy and Astrophysics”. Wykryte „wcięcie” jest pierwszą dużą strukturą znaną w Drodze Mlecznej ustawioną pod zupełnie innym kątem niż ramiona spiralne, w którym się znajduje. Jest to zarazem miejsce, gdzie znajdują się znane mgławice, w tym mgławica Orzeł z zapierającymi dech Filarami Stworzenia.

Galaktyki spiralne usytuowane płaszczyzną rotacji względem Ziemi często ujawniają szczegółową strukturę. Od ponad 60 lat wiemy również, że nasza Galaktyka posiada podobny kształt. Niestety jesteśmy uwięzieni w jej wnętrzu i główne struktury są przesłonięte przez obłoki pyłu. Dlatego znacznie trudniej jest znaleźć dokładne położenie ramion spiralnych Drogi Mlecznej. Większość obiektów w naszej Galaktyce nie nadaje się do dokładnych pomiarów odległości za pomocą naziemnych teleskopów – co sprawia, że próby ustalenia, w jaki sposób ramiona spiralne wiją się w Drodze Mlecznej, są frustrująco niedokładne.

W innych galaktykach spiralnych często występują podstruktury takie, jak krótkie ramiona (ang. spurs), pióra (ang. feathers) i gałęzie (ang. branches). Ostatnio odkryto w Drodze Mlecznej prawdopodobnie pierwsze pióro zwane „falą Gangotri”, które łączy Ramię Węgielnicy i Ramię Trzykiloparsekowe. Nowa znaleziona struktura może być krótkim ramieniem lub czymś do tej pory nie nazwanym. Ta struktura znajduje się niedaleko linii łączącej Słońce ze środkiem Galaktyki.

Ryszard Biernikowicz



## Zaobserwowano największą radiogalaktykę w historii

Zespół naukowców odkrył galaktykę radiową o długości co najmniej 16 milionów lat świetlnych. Jej para plazmowych pióropuszy jest największą znaną do tej pory strukturą wytworzoną przez galaktykę. Odkrycie to obala niektóre długo utrzymywane hipotezy na temat wzrostu radiogalaktyk.

W centrach wielu galaktyk czai się supermasowna czarna dziura, która spowalnia narodziny gwiazd i tym samym silnie wpływa na cykl życia galaktyk jako całości. Czasem prowadzi to do burzliwych scen: czarna dziura może wytworzyć dwa strumienie (dżety), które katapultują budulec dla młodych gwiazd poza galaktykę z prędkością bliską prędkości światła. W tym gwałtownym procesie pył gwiazdny nagrzewa się tak bardzo, że rozpuszcza się w plazmie i świeci radiowo. Międzynarodowy zespół badaczy zebrał to promieniowanie za pomocą teleskopów sieci LOFAR.

Obraz dwóch pióropuszy plazmy jest wyjątkowy, ponieważ nigdy wcześniej naukowcy nie widzieli tak dużej struktury wytworzonej przez pojedynczą galaktykę. Odkrycie to pokazuje, że sfera wpływów niektórych galaktyk sięga daleko poza ich bezpośrednie otoczenie. Jak dokładnie daleko? Trudno to określić. Zdjęcia astronomiczne są robione z jednego punktu widzenia (z Ziemi), dlatego nie zawierają głębi. W rezultacie naukowcy mogą zmierzyć tylko część długości radiogalaktyki, co daje dolne oszacowanie jej całkowitej długości. Ale nawet ta dolna granica, wynosząca ponad 16 mln lat św., jest ogromna i porównywalna do stu Drog Mlecznych położonych obok siebie.

Ponieważ Ziemia nie zajmuje szczególnego miejsca we Wszechświecie, nigdy nie było zbyt prawdopodobne, że tak duża struktura galaktyczna może znajdować się na naszym własnym podwórku. I rzeczywiście: radiowy gigant jest oddalony od nas o trzy miliardy lat świetlnych. Mimo tej oszałamiającej odległości olbrzym ten jest tak duży na niebie jak Księżyc – co wskazuje, że struktura ta musiała mieć rekordową długość. Fakt, że radiowe oczy teleskopu LOFAR dostrzegły olbrzyma dopiero teraz, wynika z tego, że pióropusze są stosunkowo słabe. Dzięki przetworzeniu zestawu interesujących obrazów w taki sposób, że subtelne wzory wyróżniły się, naukowcy nagle byli w stanie dostrzec giganta.

Naukowcy nazwali olbrzymią strukturę Alkyoneus, po synu Uranośa, greckiego pierwotnego boga nieba. Ten mitologiczny Alkyoneus był olbrzymem, który walczył z Heraklesem i innymi Olimpijczykami o władzę nad kosmosem. W ołtarzu pergamońskim, znajdującym się obecnie w Berlinie, znajduje się rzeźba tego olbrzyma.

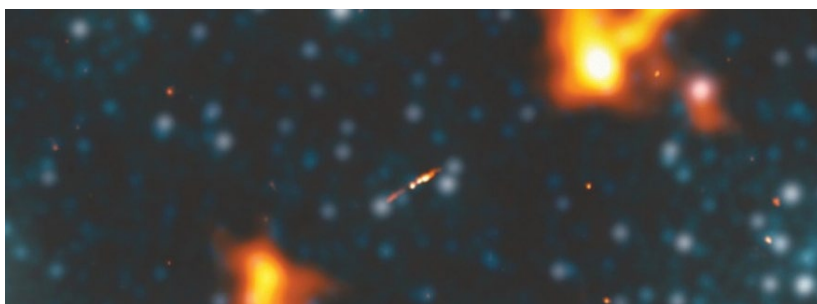
Co nadało Alkyoneusowi jego rekordową długość? Na razie pozostaje to zagadką. Naukowcy początkowo myśleli o wyjątkowo masywnej czarnej dziurze, rozległej populacji gwiazdowej (a więc o dużej ilości pyłu gwiazdnego) lub wyjątkowo potężnych strumieniach dżetów. Co zaskakujące, Alkyoneus wydaje się być mniej niż przeciętny we wszystkich tych aspektach w porównaniu do innych mniejszych radiogalaktyk.

Agnieszka Nowak

## Głównym źródłem wody na Ziemi może być... Słońce

Niedawno przeprowadzone badanie ziaren pozaziemskiego pyłu pozwoliło zbliżyć się do rozwiązania zagadki pochodzenia wody na Ziemi. Okazuje się, że woda na naszej planecie istnieje dzięki... Słońcu. W artykule opublikowanym w czasopiśmie „Nature Astronomy” zespół naukowców z Wielkiej Brytanii, Australii i Ameryki pokazuje, że za pochodzeniem ziemskiej wody stoi pył, który opadał na młodą Ziemię podczas jej formowania.

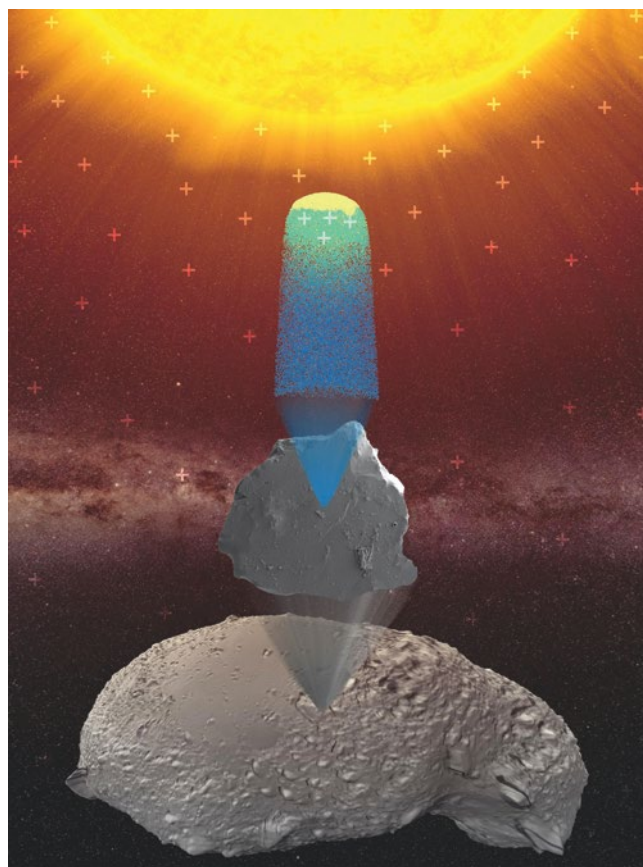
Planetolodzy od dziesięcioleci zastanawiają się nad źródłem ziemskich oceanów. Jedna z teorii sugeruje, że pewien rodzaj niosących



Radiogalaktyka Alkyoneus. Obraz obejmuje dane radiowe (LOFAR, kolor pomarańczowy) i podczerwone (WISE, kolor niebieski)

wodę skał kosmicznych, znanych jako planetoidy typu C, mógł dostarczyć wodę na naszą planetę w końcowych etapach jej powstawania 4,6 miliarda lat temu. Aby przetestować tę teorię, naukowcy przeanalizowali izotopowy „odcisk palca” fragmentów planetoid typu C, które spadły na Ziemię jako bogate w wodę chondryty węgliste.

Co interesowało naukowców? Otóż gdyby stosunek obfitości wodoru do deuteru w badanej przez nich wodzie meteorytowej odpowiadał temu, który występuje w wodzie ziemskiej, można by wnioskować, że faktycznie, prawdopodobnym źródłem ziemskiej wody były meteoryty typu C. Wyniki przeprowadzonych przez nich badań nie były jednak jednoznaczne. W niektórych bogatych w wodę meteorytach stosunki obfitości izotopów wodoru rzeczywiście pasowały do wody znajdującej się w płaszczu i oceanach Ziemi, lecz w innych tak nie było. Wniosek był następujący: jako że izotopowy ciężar ziemskiej wody jest mniejszy, formująca się Ziemia musiała pozyskać wodę z co najmniej jeszcze jednego źródła o lżejszym składzie izotopowym.



Grafika przedstawiająca wiatr słoneczny zaznaczony symbolami „+” odnoszącymi się do jonów wodoru (czyli protonów), tworzący cząsteczkę wody z pyłu na planetoidzie Itokawa

Źródło: Uniwersytet w Lejdzie

Źródło: University of Glasgow

Zespół badaczy z Uniwersytetu w Glasgow wykorzystał najnowocześniejszy proces analityczny zwany tomografią atomową do zbadania próbek pochodzących z innego typu skał kosmicznych, znanych jako planetoidy typu S, które krążą bliżej Słońca niż typy C. Próbkę, którą przeanalizowali, pochodziła z planetoidy o nazwie Itokawa. Została ona zebrana przez japońską sondę kosmiczną Hayabusa i wróciła na Ziemię w 2010 r. Tomografia atomowa umożliwiła zespołowi zbadanie struktury atomowej ziaren pyłu atom po atomie i wykrycie w nich pojedynczych cząsteczek wody. Ich odkrycia pokazują, że znaczna ilość wody została wytworzona tuż pod powierzchnią ziaren wielkości pyłu z Itokawy w wyniku wietrzenia kosmicznego. Badanie pyłu z Itokawy pokazało, że zawiera on około 20 litrów wody na każdy metr sześcienny skały!

Młody Układ Słoneczny był bardzo zapyłonym miejscem. Pył ten był nieustannie oświetlany promieniami młodego Słońca, z którego płynął silny strumień wiatru słonecznego. Wiatr słoneczny składa się głównie z jonów wodoru i helu, które nieustannie wypływają ze Słońca w przestrzeń kosmiczną. Kiedy jony wodoru uderzają w pozbawioną atmosfery powierzchnię, taką jak planetoida lub unosząca się w kosmosie cząsteczka pyłu, przenikają kilkadziesiąt nanometrów pod powierzchnię, gdzie mogą wpływać na skład chemiczny skały. Z biegiem czasu ten proces kosmicznego wietrzenia może wyrzucić wystarczającą ilość atomów tlenu z materiału tworzącego planetoidę lub pył, aby wytworzyć  $H_2O$  – wodę – uwięzioną w minerałach na planetoidzie. Co najważniejsze, ta pochodząca z wiatru słonecznego woda jest izotopowo lekka, co zgadza się ze składem izotopowym wody ziemskiej. To zaś sugeruje, że drobnoziarnisty pył, smagany wiatrem słonecznym i opadający na formującą się miliardy lat temu Ziemię, rzeczywiście może być brakującym źródłem wody na naszej planecie.

To odkrycie rewolucjonizuje nasze myślenie o ewolucji Układu Słonecznego. Jeszcze dziesięć lat temu pogląd, że wiatr słoneczny może mieć znaczenie dla pochodzenia wody w Układzie Słonecznym, został przyjęty z dużym sceptycyzmem.

Jednym z problemów przyszłej eksploracji kosmosu przez ludzi jest to, jak astronauta znaleźć wystarczającą ilość wody, aby mogli utrzymać się przy życiu i wykonać swoje zadania, tak by nie musieli wozić tej wody ze sobą. Być może nie będzie to potrzebne. Rozsądnie jest bowiem przyjąć, że ten sam proces kosmicznego wietrzenia, który stworzył wodę na Itokawie, zachodzi w takim czy innym stopniu na wielu innych pozbawionych atmosfery światach, takich jak np. Księżyc czy planetoida Westa.

Uzyskane przez naukowców oszacowanie ile wody może znajdować się na powierzchniach asteroid poddanych procesowi kosmicznego wietrzenia, jest bardzo obiecujące. Całkiem możliwe, że przyszli badacze kosmosu będą pozyskiwać świeżą wodę z pyłu zalegającego na nawet najbardziej pozornie suchych planetach. Może to być interesujące dla uczestników projektu NASA Artemis, którego celem jest ustanowienie stałej bazy na Księżycu. Jeśli na powierzchni Księżyca znajduje się podobny zbiornik wodny, zasilany przez wiatr słoneczny, który naukowcy odkryli na Itokawie, byłby to ogromny i cenny zasób, który mógłby pomóc w osiągnięciu tego celu.

Joanna Molenda-Żakowicz

## POLSA przygotowała filmy o karierze w branży kosmicznej

W grudniu 2021 r. Polska Agencja Kosmiczna (POLSA) opublikowała dwa filmy edukacyjne zachęcające młodych ludzi do wyboru kariery w branży kosmicznej. Produkcje te, zatytułowane „O karierze w sektorze



Kadry z filmów „O karierze w sektorze kosmicznym” opublikowanych przez Polską Agencję Kosmiczną. Od lewej: Milena Ratajczak, Elżbieta Kuligowska, Barbara Skardzińska, Jakub Bochiński

kosmicznym” są skierowane do młodzieży i przeznaczone do wykorzystania przez nauczycieli oraz doradców zawodowych. Filmy są dostępne m.in. na youtubowym kanale agencji kosmicznej.

Osoby pracujące w przedsiębiorstwach i instytucjach związanych z branżą kosmiczną opowiadają w filmach o swoich doświadczeniach w różnorodnych zawodach, o tym co jest fajne w tej pracy i w jaki sposób trafiły do wykonywanego obecnie zawodu. Sektor kosmiczny w Polsce jest już na tyle szeroki, że potrzebuje pracowników z bardzo wielu zawodów, nie tylko astronomów czy inżynierów, ale także prawników, finansistów, informatyków, marketingowców i innych specjalistów.

W pierwszym z filmów wystąpiła dr Elżbieta Kuligowska, pracująca w redakcji „Uranii”, a także w Obserwatorium Astronomicznym UJ w Krakowie. Opowiada o swoich doświadczeniach z pracą w mediach i popularyzacji nauki. W tym odcinku wystąpiła także dr Milena Ratajczak z Obserwatorium Astronomicznego UW w Warszawie, przedstawiając, co potrzebne jest w pracy naukowca (astronoma), jak taka praca wygląda i jakie korzyści daje. Trzecim rozmówcą jest prof. dr hab. Grzegorz Wrochna – Prezes Polskiej Agencji Kosmicznej, opowiadający o tym, jakie zawody są potrzebne w sektorze kosmicznym, co zrobić, aby trafić do pracy w tej branży, a także w jaki sposób agencja próbuje zachęcać młodych ludzi do wyboru ścieżek kariery związanych z kosmosem.

W drugim filmie również wystąpiły trzy osoby. Dr Jakub Bochiński jest project managerem w firmie technologicznej Creotech Instruments S.A. Tłumaczy, na czym polega praca na tym stanowisku i jakie cechy warto mieć. Z kolei adv. dr Barbara Skardzińska z Kancelarii Prawnej Rymarz-Zdort jest prawnikiem specjalizującym się w prawie kosmicznym. Opowiada, czym różni się zajmowanie prawem kosmicznym od typowej pracy prawnika i jak trafiła do tego sektora. Odcinek kończy mgr inż. Jakub Stelmachowski z Polskiej Agencji Kosmicznej podsumowujący potrzeby branży kosmicznej pod względem pracowników.

Wcześniej, pod koniec grudnia 2020 r. w ramach projektu „Future Space”, opublikowano dwie inne rozmowy. Dr Anna Łosiak z Instytutu Nauk Geologicznych opowiedziała o pracy geologa planetarnej, a mgr inż. Gordon Wasilewski z Centrum Badań Kosmicznych PAN o zawodzie inżyniera zasobów kosmicznych. W ich przypadku produkcje opublikowano w języku angielskim z polskimi napisami.

Z kolei z naszych produkcji o podobnym charakterze polecamy wywiad z dr Anną Łosiak o geologii planetarnej, dostępny w Urania TV.

Krzysztof Czart



# Obserwatorium Astronomiczne Układu Słonecznego (SSAO) Paralaksy czarnych dziur w M31?

 **Łukasz Wyrzykowski**

**W** obecnym roku 2122 obchodzimy już trzecią rocznicę uruchomienia największego obserwatorium astronomicznego w dziejach Ludzi z Ziemi i stowarzyszonych cywilizacji Ramienia Spiralnego Galaktyki. Odkrycia ostatnich trzech lat, które zrewolucjonizowały naukę, jak na przykład pomiary mikrospinów lokalnych czarnych dziur czy detekcja efektów nanograwitacyjnych w ruchu planet Ramienia Spiralnego obecnie nikogo już nie dziwią. Przypomnijmy, o czym dwa lata temu donosiły wszystkie agencje prasowe Ramienia.

Placówka ESAM (*Earth Space Agency on the Moon* — Ziemska Agencja Kosmiczna na Księżycu) ukończyła właśnie budowę nowej generacji teleskopu księżycowego, który wraz z satelitami naturalnego satelity Ziemi oraz satelitami Jowisza będą przeprowadzać badania odległych zakątków Wszechświata. Elementy sieci teleskopowej zostały umieszczone również na okołosłonecznej orbicie, której maksymalna odległość od Słońca sięga orbity Sedny. Naukowcy prognozują, że powstałe w ten sposób Obserwatorium Astrono-

miczne Układu Słonecznego SSAO (*Solar System Astronomical Observatory*) przyniesie okrycia rewolucjonizujące badania astronomiczne i naszą wiedzę na temat Wszechświata.

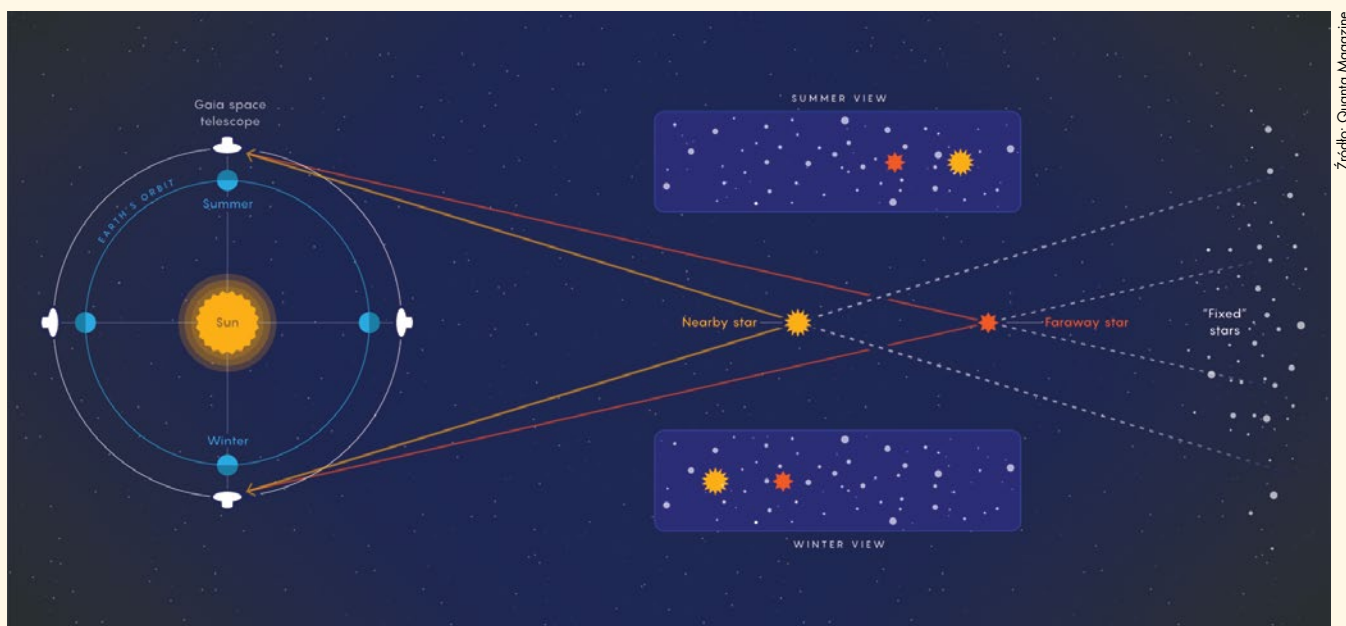
Otwarcie SSAO zbiega się z dwustu-letnią i stuletnią rocznicą analogicznych eksperymentów, które doprowadziły do skoków naukowych i technologicznych naszych cywilizacji, mianowicie eksperymentu sir Eddingtona z 1919 r. oraz misji kosmicznej Gaia Europejskiej Agencji Kosmicznej z 2019. Dwieście lat temu po raz pierwszy udało się zarejestrować efekt soczewkowania grawitacyjnego, czyli ugięcia biegu promieni gwiazd przez Słońce (gwiazdę Ziemi). Eksperyment ten nie tylko jako pierwszy potwierdził poprawność teorii względności Alberta Einsteina, ale też zapoczątkował nową erę badań fizycznych i astronomicznych, w której wykorzystuje się zjawisko ugięcia czasoprzestrzeni przez masę, zjawisko powszechnie obecne w przedmiotach codziennego użytku.

Aż sto lat trzeba było czekać, aby zjawisko to wykorzystać do znalezienia pierwszych samotnych czarnych dziur.

Zainspirowani Rokiem Lema postanowiliśmy wykorzystać obchodzone w tym roku stulecie wydawania „*Uranii*” drukiem, nie tylko do wspomnień z przeszłości. Te można znaleźć w każdym współczesnym numerze w rubryce *Dawno temu w Uranii...* Tym razem poprosiliśmy kilkoro znanych astronomów o napisanie swoich wyobrażeń na temat: *Jak będzie wyglądała astronomia za kolejne 100 lat?* Powyżej umieszczamy pierwszy z nadesłanych esejów. Autor jest profesorem w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego i specjalistą od wykorzystania obserwacji efektów mikrosoczewkowania grawitacyjnego do poszukiwania czarnych dziur i innych zjawisk unikatowych.

Dokonała tego misja Gaia, która krążyła wokół Słońca wraz z Ziemią w odległości 1,5 mln km. Misja Gaia, podobnie jak jej poprzednik misja Hipparcos oraz jej następcy, do pomiarów wykorzystywała efekt paralaksy geometrycznej, odkryty w Starożytności przez Hipparcha. Dzięki

*Dokończenie na s. 82*



Tak 100 lat temu przedstawiano efekt paralaksy wykorzystywany przez misję kosmiczną Gaia (źródło: Archiwum Astronomii i Cywilizacji Ramienia Spiralnego)



## Pocztówka z jaskinii (L)Webba

# Jak świętowaliśmy start teleskopu

**D**ługie lata projektowania teleskopu i instrumentów. Badania technologiczne nad każdym z elementów. Nowe technologie i materiały. Rozwiązania inżynierskie, których jeszcze nikt nie przetestował w przestrzeni kosmicznej. A po drodze pękające śrubki, roszady personelu, pandemia... Jakie to uczucie pracować całą swoją karierę nad projektem, który ciągle się opóźnia? Teleskop Webba zaczął być już przedmiotem wielu żartów i fakt, że jego start był ciągle opóźniany, powodował powstanie wielu teorii spiskowych.

Może wybuchnie rakieta? Może Kongres w końcu zakręci kurek z pieniędzmi? Bardzo potrzebujemy przełomowych misji kosmicznych, bo ile jeszcze ten 30-letni Hubble może pociągnąć... Te i inne myśli, zmartwienia, bezsenne noce i koszmary o wybuchających raketach stały się chlebem powszednim dla nas, pracowników Instytutu Space Telescope Science Institute. Bo to my jesteśmy odpowiedzialni i prowadzimy misje Hubble'a i Webba.

Instytut powstał niedługo przed startem Hubble'a jako wsparcie techniczne, ale także ośrodek naukowy specjalizujący się w danych pochodzących właśnie z tego przełomowego teleskopu. Spora część pracowników Instytutu jest zaangażowana w pracę Webba — część techniczną związaną z rozkładaniem się instrumentu, jego dalszą pracą w przestrzeni, ale przede wszystkim wsparcie wszystkich delikatnych instrumentów Teleskopu.

Kolejne tygodnie przed startem. Niekończące się treningi w centrum kontroli lotów, kontrolerzy symulują wszystkie możliwe sytuacje, które mogą ich spotkać po starcie. W przeciwieństwie do teleskopu Hubble'a, który jest kontrolowany z centrum NASA Goddard (niedaleko Waszyngtonu, zresztą niezbyt daleko od siedziby CIA), Webb będzie sterowany właśnie stąd — centrum misji w naukowym centrum teleskopów kosmicznych na kampusie Uniwersytetu Johna Hopkinsa w Baltimore.

Centrum sterowania każdego teleskopu, tego naziemnego czy kosmicznego, to dobrze chronione miejsce. Nie można sobie tam wejść ot, tak, nawet jeżeli jest się pracownikiem Instytutu. W przypadku Webba, trzeba było wydzielić kawałek budynku i zamknąć go za kilkoma warstwami zabezpieczeń.

Jakby tego było mało — świat ogarnęła pandemia koronawirusa. Aby mieć pewność, że wszyscy kontrolerzy lotu Webba, którzy są potrzebni w trakcie jego startu i podróży do punktu Lagrange'a będą zdrowi — byli jedynymi osobami wpuszczanymi do instytutu. Reszta musiała czekać z niecierpliwością na start największego teleskopu kosmicznego w historii.

Wszyscy wstrzymaliśmy oddech, gdy teleskop miał być transportowany statkiem do Gujany Francuskiej. Żarty o piratach przechwytyjących pozłacany teleskop krążyły po instytucji na zmianę z doniesieniami o niepewnej, tropikalnej pogodzie. Ostatecznie teleskop dołynął bezpiecznie na miejsce bez żadnych przygód. I wtedy rozpoczęło się już prawdziwe odliczanie.

Ostatnie testy. Coś nie łączy, coś nie działa. Stres i strach. W instytucji wszyscy już siedzieliśmy jak na szpilkach. Jeżeli coś popsulo się po podróży statkiem, to jak Webb ma przetrwać



Fot. Astronarium

Autorka cieszy się, że tak właśnie będzie na zdjęciach Teleskopu Webba wyglądała galaktyka odległa od nas o 10 mld lat świetlnych! Więcej na temat startu i celów tej misji w dwóch najnowszych, 132. i 133. odcinkach Astronarium [www.youtube.com/astronariumPL](http://www.youtube.com/astronariumPL)

start? Okrzyki radości i czarne scenariusze zmieniały się jak w kalejdoskopie. I wtedy nareszcie ogłoszono datę startu.

I przyszły tropikalne burze. Start znowu przełożono. Ile jeszcze, pytaliśmy! Wszyscy byliśmy już na skraju wytrzymałości. Go Webb Go, mówiły napisy na plakatach wystawionych w prawie każdym oknie w naszych biurach.

Ostatecznie start wypadł w pierwszy dzień Świąt Bożego Narodzenia. W ten świąteczny poranek astronomowie na całym świecie dostali wspaniały prezent. Start był perfekcyjny, tak jak i każdy kolejny etap podróży i rozkładania się teleskopu.

Przez to, że kampus w trakcie przerwy świątecznej był zamknięty, a omikron zaczynał swoje zimowe szaleństwo, o wielkiej imprezie z okazji startu (takiej, jaką miał Hubble ponad 30 lat temu) nawet nie było mowy. Dzieliliśmy więc naszą ekscytację i radość ze swoimi najbliższymi w domach. Sama oglądałam start w Polsce, na telefonie, siedząc przy świątecznym stole (u nas było około południa), tłumacząc rodzinie, dlaczego przestałam się do nich odzywać.

Na spotkaniu z dyrektorem kilka dni po starcie pracownicy instytutu podzielili się zdjęciami z domowych celebrazji startu Webba. Koszulki, plakaty, śmieszne nakrycia głowy czy ciasta — charakterystyczny plaster miodu lustra Webba zdominował tegoroczne święta.

A teraz kiedy Webb dotarł już do L2 całkowicie rozłożony i schładza się tak, aby instrumenty mogły zacząć rejestrację najsłabszych sygnałów w podczernieni, oczekiwanie i ciekawość zmieniły się z tych stresujących na trochę spokojniejsze, ale jeszcze bardziej ekscytujące.

Jak będą wyglądały pierwsze zdjęcia z Webba? Na pewno przekroczą nasze najśmielsze oczekiwania!

 **Aleksandra Hamanowicz**



## X Zimowe Warsztaty Astrofotografii w Niepołomicach

**W** dniach od piątku 28 do poniedziałku 31 stycznia 2022 r. kilkadziesiąt osób — nauczycieli, miłośników astronomii oraz edukatorów przybyłych z całej Polski doskonaliło w naszym Obserwatorium sztukę używania narzędzi astronomicznych do wykonywania fotografii. Lista zagadnień, jakimi zajmowaliśmy się w trakcie czterech zimowych dni, była bardzo obszerna. Obejmowała zagadnienia podstawowe — prawidłowe złożenie i ustawienie lunety i teleskopu na stanowisku obserwacyjnym, podłączenie kamerki czy też lustrzanki cyfrowej, wykorzystanie aparatu w smartfonie, wreszcie wybieranie poprawnych warunków ekspozycji z użyciem podglądu „na żywo”. Pomocne w tym były darmowe programy komputerowe, takie jak AstroPhotographyTool czy FireCapture. Ponieważ tym razem aura nie była łaskawa, całość zajęć praktycznych odbywała się w foyer naszego Obserwatorium. Tam też ustawione były stanowiska ze szczegółowo opisanym sprzętem obserwacyjnym, aby uczestnicy od samego początku mogli posługiwać się prawidłowym nazewnictwem.

Dwoje kursantów przywiozło swoje prywatne teleskopy. Był wśród nich spory, bo czternastocalowy Newton na montażu Dobsona z platformą równikową oraz nieco skromniejszy, pięciocalowy Newton na montażu paralaktycznym EQ3.

Poświęciliśmy sporo czasu na zapoznanie się z metodami kolimowania i justowania sprzętu, a także na prawidłowe użycie lunetki biegunowej oraz maski Bahtinova. Ćwiczenia z ustawiania teleskopów na biegun nieba odbywały się w sali Planetarium, co znacznie przybliżyło kursantów do warunków naturalnych. Istotną zaletą zajęć praktycznych był fakt dysponowania dużą liczbą różnorodnego sprzętu, co pozwoliło każdemu uczestnikowi na wykonywanie samodzielnych manipulacji i powtarzanie ich do woli. Kiloro z nich wykorzystało okazję do zrobienia sobie „selfie” z użyciem lunety astronomicznej.

Wszystko odbywało się z zachowaniem rygorów sanitarnych dzięki obszernym, dobrze wietrzonym pomieszczeniom oraz dostępności na miejscu maseczek i środków dezynfekcyjnych.

W auli odbyła się seria wykładów, poświęconych między innymi sposobom doboru sprzętu do indywidualnych warunków obserwacji wraz z przedstawieniem zmontowanych zestawów służących do astrofotografii.

Kolega z okolicy Niepołomic, dysponujący dużym, amatorskim teleskopem, opowiedział o swoich obserwacjach zakryć planetoidalnych, co przekonało nas o możliwościach prowa-

dzenia takich obserwacji w MOA. W niejednej polskiej szkole drzemie sprzęt, który również mógłby być z pożytkiem użyty do takich obserwacji — będziemy szkolić i zachęcać nauczycieli do podejmowania wysiłków w tym kierunku.

Cała seria zajęć odbyła się w pracowni komputerowej. Tam uczestnicy na swoich stanowiskach składali, analizowali i opisywali zdjęcia archiwalne, w tym całkiem świeże zdjęcia NEO (7482) 1994 PC1 z dnia 19 stycznia tego roku.

Wykonano także animację z użyciem programu GIMP, aby zwizualizować przelot planetoidy. Kolejny temat obejmował opracowywanie archiwalnej serii zdjęć nieba z szerokim kadrem, obejmującym okolice gwiazdozbioru Kasjopei z gromadą otwartą Messier 52 oraz mgławicą Bańka, czyli NGC 7635. Zadanie kursantów polegało na uzyskaniu możliwie naturalnej kolorystyki obrazu. W tym celu zostały użyte programy DeepSkyStacker oraz GIMP.

Nie obyło się także bez opracowywania zdjęć naszego Słońca — tym razem rzecz dotyczyła rejestracji z poniedziałku 24 stycznia, a pracowano z programami Registax5 oraz GIMP. Ciekawostką stanowiło krótkie wprowadzenie do fotografowania satelitów stacjonarnych — rzecz, którą można wykonać bez specjalnego zachodu, dysponując tylko aparatem wyposażonym w teleobiektyw i umieszczonym na statywie. Programem niezbędnym do prawidłowej interpretacji takich zdjęć jest Startrails, no i oczywiście Stellarium, któremu poświęcono nieco uwagi. Na koniec zapoznano uczestników szkolenia ze stroną Micro-observatory, dzięki której można zamawiać zdjęcia obiektów astronomicznych w sytuacji, kiedy szkoła nie dysponuje innymi możliwościami ich pozyskania.

Miłym akcentem było nagranie filmiku slow-mo, przedstawiającego dużą sprężynę „slinky” dzielnie pokonującą 12 schodów — oczywiście w dół. Autorkami nagrania były dwie najmłodsze uczestniczki warsztatów.

Podsumowując, w Warsztatach uczestniczyły 23 osoby, zaś całość zajęć zamknęła się w trzydziestu dwóch godzinach intensywnej pracy.

Tą drogą wyrażam ogromną wdzięczność koleżance Justynie Put za nieocenioną pomoc w trakcie szkolenia, zaś Dyrektorowi MOA, Panu Dominikowi Pasternakowi, dziękuję za przeprowadzenie zdalnych zajęć z uczestnikami zgromadzonymi przy komputerach oraz za umożliwienie odbycia Warsztatów pomimo wszelkich trudności.

 Grzegorz Sęk



Zdalne zajęcia w sali komputerowej



Sprzęt uczestników i udostępniony do ich dyspozycji

# Andrzej Kajetan Wróblewski laureatem Nagrody im. Jana Jędrzejewicza

**W poniedziałek, 27 września 2021 r. w Miejskim Centrum Kultury w Płońsku miało miejsce ogłoszenie wyników dziewiątej edycji konkursu Nagrody Naukowej im. Jana Walerego Jędrzejewicza. Laureatem konkursu został Profesor Andrzej Kajetan Wróblewski za książkę „Historia fizyki w Polsce”, wydaną przez PWN.**

27 września 2021 r. w Miejskim Centrum Kultury w Płońsku odbyła się ceremonia wręczenia nagrody dla laureatów dziewiątej edycji konkursu o Nagrodę im. Jana Jędrzejewicza dla najlepszej polskiej książki z dziedziny historii nauki lub techniki wydanej w 2020 r.

Ze względu na sytuację epidemiczną spotkanie miało charakter hybrydowy. Uroczystość poprowadził Adam Derdzikowski — przedstawiciel Burmistrza Płońska w Kapitułę konkursu oraz opiekun Płońskiego Koła Miłośników Astronomii im. Jana W. Jędrzejewicza.

Goście obecni na uroczystości zostali przywitani przez Marzenę Kunicką — Dyrektora Miejskiego Centrum Kultury oraz przez Andrzeja Pietrasika — Burmistrza miasta Płońska. Uroczystości towarzyszył popularnonaukowy wykład wygłoszony przez dra Tomasza Mrozka (Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego, Centrum Badań Kosmicznych PAN) zatytułowany „Rentgenowski obraz Słońca — najświeższe wiadomości”.

Następnie Przewodniczący Kapituły Nagrody im. Jana Jędrzejewicza — prof. dr hab. Jarosław Włodarczyk (Instytut Historii Nauki PAN) — przedstawił krótko książki nadesłane na konkurs oraz opowiedział o pracach Kapituły. Tegoroczna edycja konkursu była rekordowa, jeśli chodzi o liczbę zgłoszonych do konkursu polskojęzycznych książek o historii nauki i techniki, wydanych w 2020 r.

Głównym punktem uroczystości było ogłoszenie laureata nagrody. Profesor Włodarczyk odczytał werdykt Kapituły, która w tym roku postanowiła uhonorować Andrzeja Kajetana Wróblewskiego za książkę *Historia fizyki w Polsce* (Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020).



Obydwie książki są do nabycia w księgarni „Uranii” ([urania.edu.pl/sklep](http://urania.edu.pl/sklep))



Źródło: Astronarium

Andrzej Kajetan Wróblewski (ur. 7 sierpnia 1933 w Warszawie) to polski fizyk doświadczalny i historyk nauki, który zajmuje się głównie fizyką cząstek elementarnych i historią fizyki. Jest także encyklopedystą i popularyzatorem. Profesor zwyczajny nauk fizycznych i członek rzeczywisty Polskiej Akademii Nauk (od 1991). W latach 1986–1989 był dziekanem Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, w latach 1989–1993 rektorem tej uczelni, a w latach 2009–2018 pełnił funkcję wiceprezesa Polskiej Akademii Umiejętności. Posiada doktorat honorowy kilku uczelni oraz jest laureatem wielu nagród, w tym Medalu Smoluchowskiego — najwyższego odznaczenia przyznawanego przez Polskie Towarzystwo Fizyczne (1999).

*Historia fizyki w Polsce* to kompleksowy opis rozwoju polskiej fizyki na przestrzeni dziejów. W książce został zaprezentowany rozwój polskich badań w dziedzinie fizyki na tle historii fizyki pozostałych krajów. Ponadto możemy w niej znaleźć liczne biogramy polskich fizyków, wzbogacone o nieznanne fakty z życia polskich naukowców, w tym życiorysy Mikołaja Kopernika, Marii Skłodowskiej-Curie czy Mariana Smoluchowskiego.

Dla czasopism i portalu „Uranii – Postępy Astronomii” jest to bardzo miła wiadomość, ponieważ Profesor Andrzej Kajetan Wróblewski był redaktorem naczelnym czasopisma „Urania” w latach 1959–1964.

W swoim wystąpieniu Laureat przedstawił „siedmioro wspańiałych” — fizyków i fizyczkę związanych z Polską, którzy zdobyli międzynarodowe uznanie, ale byli niedocenieni lub zapomniani w kraju. Ponadto nakreślił też metodę i zakres swoich badań zawartych w nagrodzonej książce.

Laureat otrzymał pamiątkową statuetkę oraz czek na 10 000 zł, ufundowany przez samorząd miasta Płońska.

Kapituła przyznała dwa wyróżnienia — otrzymały je publikacje: „Tramwaje lwowskie 1880–1944” (Jan Szajner, Marcin Rechłowicz) oraz „Światowa medycyna w polskiej nauce i dydaktyce lekarskiej 1795–1939” (Jan Wnęk).

Oprac. Paweł Z. Grochowalski



# Historia Nagrody im. Jana Jędrzejewicza

**P**omysł na uhonorowanie Jana Jędrzejewicza (1835–1887), żyjącego i pracującego w Płońsku lekarza i astronoma, uczonego cenionego na arenie międzynarodowej i wybitnego popularyzatora nauki, autora *Kosmografii*, wydanej w 1886 r. nakładem Kasy im. Józefa Mianowskiego wyszedł od Komitetu Historii Nauki i Techniki PAN oraz Kasy im. Józefa Mianowskiego — Fundacja Popierania Nauki. Za ideą utworzenia nagrody stała chęć uhonorowania i spopularyzowania postaci Jana Jędrzejewicza, ważnej w dziejach polskiej nauki postaci, jak również popularyzacja polskiego piśmiennictwa na temat dziejów nauki i techniki. Obie instytucje zwróciły się do Burmistrza i Rady Miejskiej w Płońsku z propozycją utworzenia cyklicznej Nagrody im. Jana Jędrzejewicza.

Powstanie Nagrody im. Jana Jędrzejewicza wiąże się także ściśle z założeniem koła astronomicznego w MCK w Płońsku w marcu 2008 r. Jednym z zadań, jakie przed nim postawiono, było zorganizowanie sesji naukowej poświęconej postaci Jana Walerego Jędrzejewicza oraz zaproszenie do udziału w niej naukowców specjalizujących się w astronomii oraz historii nauki.

14 września 2008 r. w Miejskim Centrum Kultury w Płońsku odbyło się spotkanie, zorganizowane przez członków Płońskiego Koła Miłośników Astronomii, poświęcone pamięci Jana Jędrzejewicza. Wzięło w nim udział kilkadziesiąt osób, w tym przedstawiciele rodziny Jędrzejewicza (m.in. Maria Chabasińska). Wykładowcami podczas tego spotkania byli: prof. Andrzej Woszczyk (redaktor „Uranii-Postępów Astronomii”), prof. Jarosław Włodarczyk z Instytutu Historii Nauki PAN w Warszawie, Janusz Wiland, prezes Warszawskiego Oddziału PTMA. Dalszą współpracą z kołem zainteresowany był profesor Jarosław Włodarczyk, od dawna zafascynowany postacią Jędrzejewicza. Jesienią 2012 r., zaproponował władzom Płońska podczas spotkania Rady Miejskiej w Płońsku wspólny projekt Nagrody im. Jana Jędrzejewicza, którą to nagrodą honorowano by autorów najlepszych polskojęzycznych książek poświęconych historii nauki i techniki. W dniu 24 stycznia 2013 r. Rada Miejska w Płońsku podjęła uchwałę nr XXXVII/325/2013, która ustanowiła taką właśnie coroczną nagrodę w wysokości 10 000 zł. Wiosną 2013 r. na stronie Komitetu Historii Nauki i Techniki pojawił się regulamin nagrody oraz rozpoczął się proces docierania do środowiska

## LAUREACI 2013–2021

2021: Andrzej Kajetan Wróblewski, *Historia fizyki w Polsce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020.

2020: Anna Mateja, *Recepta na adrenalinę. Napoleon Cybulski i krakowska szkoła fizjologów*, Wydawnictwo Czarne, Wołowiec 2019.

2019: Marek Górlikowski, *Noblista z Nowolipek. Józefa Rotblata wojna o pokój*, Wydawnictwo Znak, Kraków 2018.

2018: Michał Piekarski, *Przerwany kontrapunkt. Adolf Chybiński i początki polskiej muzykologii we Lwowie 1912–1944*, Instytut Historii Nauki PAN, ASPRA-JR, Warszawa 2017, Seria Monografie z Dziejów Oświaty, t. XLVIII.

2017: Jan Parafiniuk, *Dwa wieki nauk mineralogicznych na Uniwersytecie Warszawskim*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2016.

2016: Zbigniew Tucholski, *Antoni Xięzopolski. Twórca polskiej szkoły budowy lokomotyw*, Biblioteka Główna Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015.

2015: Teresa Borawska, *Mikołaj Kopernik i jego świat. Środowisko, przyjaciele, echa wielkiego odkrycia*, Towarzystwo Naukowe w Toruniu, Toruń 2014.

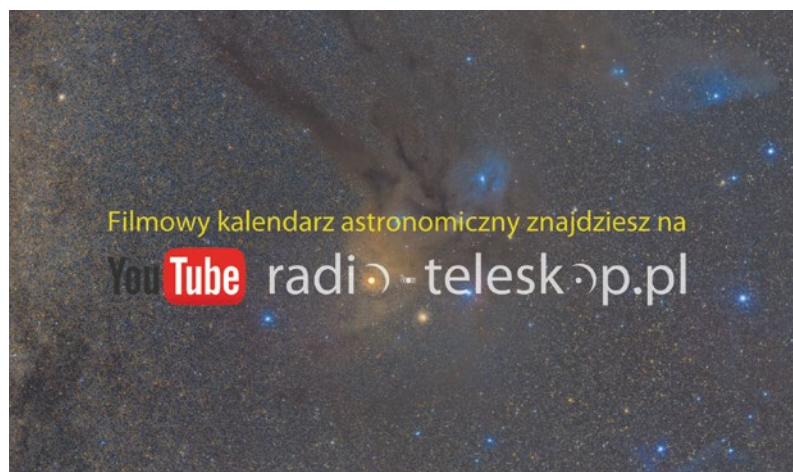
2014: Jacek Rodzeń, *Na tropie widma. Geneza i ewolucja spektroskopu optycznego w latach 1810–1860*, Kraków 2013.

2013: Paweł Polak, *„Byłem Pana przeciwnikiem [profesorze Einstein]...” Relatywistyczna rewolucja naukowa z perspektywy środowiska naukowo-filozoficznego przedwojennego Lwowa*, Copernicus Center Press, Kraków 2012.

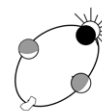
historyków nauki, pisarzy, dziennikarzy, wydawnictw z informacją o nowej inicjatywie. Nagroda im. J. Jędrzejewicza stała się dla środowiska historyków nauki i techniki wydarzeniem bardzo prestiżowym, a liczba książek zgłaszanych co roku do Nagrody im. Jana Jędrzejewicza rosła stopniowo od zaledwie 8 pozycji (I edycja) do 22 pozycji (IX edycja).

Do roku 2021 odbyło się w Płońsku dziewięć edycji Nagrody im. J. Jędrzejewicza. Każdą uroczystość zaszczycali znani w Polsce astronomowie: m.in. Jarosław Włodarczyk, Stanisław Bajtlik, Andrzej Niedzielski, Andrzej Udalski oraz laureaci Nagrody (m.in. Paweł Polak, Jacek Rodzeń, Zbigniew Tucholski, Andrzej Kajetan Wróblewski). W uroczystościach zawsze biorą udział przedstawiciele Płońskiego Koła Miłośników Astronomii im. J. W. Jędrzejewicza. Adam Derdzikowski — opiekun koła — jest przedstawicielem burmistrza w Kapitulie NJJ, a także co roku uczestniczy w organizacji wspomnianych uroczystości, ponadto prowadzi całe spotkanie. W 2022 r. odbędzie się jubileuszowa X edycja Nagrody im. Jana Jędrzejewicza.

 Adam Derdzikowski



Europejskie spotkanie w Białymstoku



# KONFERENCJA ZAKRYCIOWCÓW

**W dniach 27–31 sierpnia 2021 r. na Wydziale Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku odbyła się 40. jubileuszowa edycja konferencji ESOP (European Symposium on Occultation Project). Jest to coroczne spotkanie europejskich obserwatorów zjawisk zakryciowych, przeprowadzone w formie sympozjum naukowego.**

**K**onferencja była wspólnym spotkaniem astronomów zawodowych oraz miłośników astronomii, którzy swoim zaangażowaniem obserwacyjnym przyczyniają się do poprawy elementów orbit asteroid, wyznaczają kształty i rozmiary asteroid, odkrywają metodami zakryciowymi nowe gwiazdy podwójne, poprawiają teorię ruchu Księżyca i doprecyzowują kształt jego powierzchni.

Miłośnikom astronomii pojęcie zjawiska zakryciowego kojarzy się przede wszystkim z zaćmieniem Słońca, Księżyca oraz zakryciami gwiazd przez Księżyc lub asteroidy. Wymienione rodzaje zjawisk występują bowiem najczęściej, są łatwe do zaobserwowania oraz uznawane za najbardziej widowiskowe.

W obecnych czasach obserwacje zjawisk zakryciowych coraz bardziej zyskują na wartości naukowej — na ich podstawie określone są elementy orbit oraz rozmiary i kształty nie tylko asteroid pasa głównego, ale także ciał mogących potencjalnie zderzyć się z powierzchnią Ziemi — mowa tu o twz. obiektach NEO (*eng. Near Earth Object*) i asteroidach grupy PHA (*eng. Potentially Hazardous Asteroids*). Jestem także przekonany, że po dane z obserwacji zjawisk zakryciowych w niedalekiej przyszłości sięgnie sektor wydobywania minerałów.

Już od kilku lat firmy wydobywcze planują realizację wierceń na asteroidach.

Kolejną bardzo liczną grupą obiektów astronomicznych, których orbity oraz rozmiary i kształty powierzchni są analizowane przy pomocy zakryć, są ciała krążące poza orbitą Neptuna, czyli tzw. planetoidy transneptunowe TNO (*eng. Trans-Neptunian Objects*). W ich przypadku metody zakryciowe pozwalają nawet na określenie ciśnienia atmosfer otaczających niektóre z tych obiektów.

Z precyzyjnych danych uzyskanych podczas przeprowadzania obserwacji zakryciowych korzystają także misje kosmicznych statków bezzałogowych. Za przykład można tu podać projekty związane ze startami sondy New Horizons (badanie obiektów TNO, w tym Plutona) oraz wyrzuczonej 16 października 2021 r. sondy Lucy, której celem jest zbadanie planetoid trojańskich. Okazuje się bowiem, że przy zastosowaniu metod zakryciowych miłośnik astronomii dysponujący nawet dość małym teleskopem jest w stanie uzyskać wysoką precyzję swojej obserwacji, dokładniejszą nawet o rząd wielkości od tradycyjnych pomiarów astrometrycznych wykonanych przy użyciu kilkumetrowych teleskopów.

Podczas dwóch dni wykładowych 28–29 sierpnia poruszone zostały tematy

z zakresu przewidywania zjawisk zakryciowych, metod ich obserwacji oraz późniejszego opracowywania wyników i analizy danych. Łącznie wygłoszonych zostało 20 prezentacji z czego 5 tematów zostało omówionych przez uczestników z Polski:

— Przewodniczący Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA Wojciech Burzyński opowiedział o dość trudnej obserwacji dziennego brzegowego zakrycia gwiazdy gamma Cnc (*Asellus Borealis*) przez Księżyc, przeprowadzonej w rejonie Białegostoku w dniu 20 września 2020 r.

— dr hab inż. Marek Zawilski wygłosił odczyt na temat roli historycznych obserwacji zakryciowych, ze szczególnym uwzględnieniem zaćmienia Słońca w badaniach zmienności długości doby ziemskiej. Owocem ponad 40-letniej pracy Marka Zawilskiego nad tym tematem jest katalog historycznych zaćmienia Słońca;

— mgr Karolina Dziadura, doktorantka Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, omówiła temat określania orbit i rozmiarów asteroid przy pomocy obserwacji zjawisk zakryciowych, ze szczególnym uwzględnieniem badania efektu Yarkowskiego;

— dr hab. Anna Marciniak z UAM w Poznaniu naświetliła proces unowocześnienia i adaptacji 40-cm teleskopu UAM w Obser-





watorium Borowiec do celów obserwacji zjawisk zakryciowych.

Dodatkowo zostały przeprowadzone warsztaty praktyczne z zakresy konstruowania sprzętu obserwacyjnego oraz jego obsługi. Podczas warsztatów uczestnicy ESOP zbudowali tzw. inserter czasu, czyli precyzyjne źródło wzorcowego czasu UT, bazującego na sygnale GPS — chyba najważniejsze z urządzeń niezbędnych podczas przeprowadzania obserwacji zakryciowych. Drugi panel zajęć praktycznych dotyczył montażu i ponownego demontażu przenośnego teleskopu o średnicy zwierciadła 50 cm. Teleskop ten jest dostępny do wypożyczenia dla wszystkich członków IOTA/ES, czyli europejskiej sekcji obserwatorów zjawisk zakryciowych (eng. International Occultation Timing Association / European Section). Tutaj ciekawostka — sprzęt ten był przetransportowany pocztą lotniczą w 2017 r. do Namibii w celu obserwacji zakrycia gwiazd przez asteroidę z grupy Centaurów, (10199) Chariklo. W tym przypadku obserwacja przebiegła sensacyjnie — za pomocą tego teleskopu odkryto bowiem cienkie pierścienie wokół (10199) Chariklo.

W poprzednich edycjach sympozjum ESOP uczestniczyli nie tylko obserwatorzy europejscy, lecz także goście z USA a nawet Australii. Podczas tegorocznej konferencji, za pomocą aplikacji ZOOM, spotkaliśmy się z zakryciowcami z takich państw, jak: Algieria, Belgia, Brazylia, Czechy, Francja, Grecja, Hiszpania, Holandia, Indie, Japonia, Niemcy, Portugalia, Turcja, USA oraz Szwajcaria.

Łącznie w konferencji brało udział 80 osób — 25 uczestników stacjonarnych oraz

55 online. To bardzo dobra frekwencja, biorąc pod uwagę fakt zorganizowania imprezy w trudnych, pandemicznych czasach.

**P**od wieloma względami był to ESOP wyjątkowy — po raz pierwszy został zorganizowany w formie hybridowej, czyli z udziałem zarówno uczestników stacjonarnych, jak i tych online. Po raz pierwszy przeprowadzono także transmisję na żywo z warsztatów zajęć praktycznych.

Uczestnicy konferencji wyjechali z przekonaniem, że obserwacje zjawisk zakryciowych, które wykonują, są coraz bardziej potrzebne i niezwykle doceniane w świecie astronomów zawodowych. Środowisko zakryciowców z niecierpliwością czeka na kolejne wydanie katalogu astrometrycznego Gaia DR3, które zaplanowane jest na II kwartał 2022 r. Katalog ten zapewni nie tylko dokładniejsze pozycje gwiazd do jasności 21 mag, lecz także bardzo precyzyjne elementy orbitalne dla 150 tys. asteroid. Oznacza to, że zarówno efemerydy zjawisk, jak i pośrednio wyniki ich obserwacji będą o wiele bardziej dokładne. Poprzednie wersje katalogu Gaia przyczyniły się do wręcz lawinowego, globalnego wzrostu ilości obserwacji zakryć gwiazd przez asteroidy. Także w naszym kraju rok 2021 będzie wyjątkowy pod tym względem — ilość obserwacji zakryć asteroidalnych będzie większa niż suma takich obserwacji z kilkunastu wcześniejszych lat!

Była to jednocześnie piąta edycja tej konferencji zorganizowana w Polsce. W tym miejscu warto przypomnieć, gdzie i kiedy zorganizowano poprzednie polskie edycje ESOP. Były to odpowiednio miasta: Warszawa w 1986 r. (V ESOP), Kraków w 1994 r.

(XIII ESOP), Łódź w 2000 r. (XIX ESOP) oraz Niepołomice w roku 2009 (XXVII ESOP). Konferencję na Zamku Królewskim w Niepołomicach zorganizował poprzedni Przewodniczący Sekcji SopiZ PTMA, nieodżałowany śp. Paweł Maksym.

Kolejna edycja ESOP odbędzie się w dniach 10–11 września 2022 r. w hiszpańskiej Granadzie. Osoby chcące uczestniczyć w przyszłorocznym sympozjum powinny wziąć pod uwagę fakt, że tydzień później odbędzie się w tym samym mieście bardzo znana konferencja Europlanet Science Congress (EPSC).

Szczegółowy program konferencji XL ESOP oraz wykłady w postaci plików PDF znajdują się na stronie:

<https://esop40.iota-es.de/index.php>

Konferencja została w całości nagrana w jakości HD i jest treść jest udostępniona na YouTube na kanale sekcji SopiZ PTMA pod adresem: <https://www.youtube.com/channel/UCWqelbd3k5zXdgSuGXFNN0A>

W numerze 4/2021 globalnego periodyku obserwatorów zjawisk zakryciowych (Journal of Occultation Astronomy) znajduje się obszerna relacja z tego wydarzenia, w języku angielskim. Artykuł znajduje się pod adresem: [https://www.iota-es.de/JOA/JOA2021\\_4.pdf](https://www.iota-es.de/JOA/JOA2021_4.pdf)

Konferencję XL ESOP zorganizował białostocki Oddział Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii przy współudziale Wydziału Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku. Koordynatorem sympozjum z ramienia PTMA był Wojciech Burzyński, zaś UwB reprezentował dr hab. Marek Nikolajuk.

 **Wojciech Burzyński**

## Z życia Warszawskiego Oddziału PTMA

# MARATON PERSEIDÓW 2021

**R**eprezentowanie Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii daje niezwykle możliwości uczestnictwa w ciekawych wydarzeniach, podczas których możemy prowadzić działalność popularyzatorską. Wszystko zaczęło się od decyzji o zorganizowaniu własnego wydarzenia, w dobrej lokalizacji, ok. 50 km od Warszawy, na polach kolegi, dla którego obserwacje i pokazy astronomiczne były pewnego rodzaju niezrealizowanym marzeniem. Wspólnie ustaliliśmy, że spo-

tkanie odbędzie się w piątek 13 sierpnia, dzień po maksimum Perseidów. Kilka dni później otrzymaliśmy zaproszenie do reprezentowania PTMA Warszawa w Nocy Spadających Gwiazd na zamku w Czersku, które zaplanowane zostało na sobotę 14 sierpnia. Następnie otrzymaliśmy kolejne zaproszenie, tym razem od Polskiej Agencji Kosmicznej, do zorganizowania w ramach PTMA prezentacji dla Społeczności Kampusu Innowacji na tarasie wieżowca Varso. Szczęśliwie się złożyło, że te

spotkania odbywają się w czwartki, zatem i tu nie było kolizji terminu. Dla nas jednak szykował się prawdziwy, obserwacyjny maraton.

## W CENTRUM WARSZAWY

W samą noc maksimum roju Perseidów, 12 sierpnia, przyjechaliśmy samochodami pod wieżowiec Varso. Przywieźliśmy dwa solidne teleskopy, Newtona 16" na montażu Dobsona oraz Maksutova 180 na montażu HEQ-5. Wydarzenie zostało podzielone

na dwie części. Jeszcze przed zmierzchem w sali konferencyjnej zaprezentowaliśmy wybrane zdjęcia z naszych zbiorów: astrofotografię krajobrazową, obiekty głębokiego nieba oraz obiekty Układu Słonecznego. Liczne pytania ze strony publiczności wskazywały na duże zainteresowanie i być może wkrótce usłyszymy o kolejnych astrofotografach. Kolejna prezentacja miała na celu zachęcenie do rozpoczęcia obserwacji nieba. Obejmowała ona podstawy związane z nawigacją po niebie, rodzajami obiektów i niezbędnym sprzęcie obserwacyjnym. Uczestnicy spotkania dowiedzieli się, czym są Perseidy, skąd się wzięły i dlaczego leżak jest najlepszym sprzętem obserwacyjnym dla tego i innych rojów. Prezentacja spotkała się z entuzjazmem uczestników, a my po cichu liczymy, że wkrótce do naszej społeczności dołączy nowe pokolenie obserwatorów nieba. Następnie odbyło się spotkanie online z poszukiwaczem meteoroidów Januszem Kosmowskim, przebywającym w tym czasie na ekspedycji. Właśnie znalazł ciekawy okaz, który mogliśmy wszyscy podziwiać na ekranie.

Po zmierzchu przenieśliśmy się na taras biurowca, gdzie rozstawiliśmy nasze teleskopy. Ze względu na ograniczoną liczbę osób, które mógł pomieścić taras, uczestnicy zostali podzieleni na grupy. Osoby oczekujące na możliwość wjazdu windą na 21 piętro biurowca mogły w sali konferencyjnej uczestniczyć w transmisji on-line prowadzonej przez Mateusza Kalisza z kanału AstroLife. Mimo że na tarasie nie zabrakło leżaków, warunki miejskie nie sprzyjały obserwacjom Perseidów. Natomiast do naszych teleskopów ustawiały się



Fot. Adam Krypel

Jowisz z księżycami podczas tranzytu Io

spore kolejki. MAK180 głównie służył do obserwacji Saturna oraz Jowisza, a Newton 16" służył do obserwacji co jaśniejszych obiektów głębokiego nieba. O dziwo, udało się ujrzeć gromadę kulistą M13, mgławicę planetarną M57 i kilka innych obiektów, co jak na warunki centrum Warszawy jest dużym osiągnięciem. Dla większości naszych widzów były to pierwsze obserwacje astronomiczne. Do naszych uszu docierały głosy zachwyty. Były dla nas najlepszą nagrodą.

## NA POLU POD LASEM

Następnego dnia miejscem kolejnego spotkania były pola, otoczone niewielkim lasem, w okolicy Dworku Wiktorowo w miejscowości Budki Petrykowskie. Las skutecznie tłumiał horyzontalne zanieczyszczenie sztucznym światłem. Oprócz naszych teleskopów uczestnicy wydarzenia mieli do dyspozycji Newtona 200/800. W oczekiwaniu na zmierzch skierowaliśmy wszystkie instrumenty na Księżyc, a kiedy zaszedł za drzewa, przestawiliśmy się na Saturna i Jowisza.

Po początkowych problemach z uruchomieniem generatora prądu, w końcu mogliśmy doprowadzić zasilanie do naszego Newtona 16" i rozpocząć równoległe do planet, także pokazy obiektów głębokiego nieba. Zanim to jednak nastąpiło, uczest-

nicy naszego wydarzenia, zaproszeni zostali na zorganizowane przez nas leżaki, a jeden z kolegów poprowadził bardzo ciekawą prezentację nieba, posiłkując się laserem. Uczestnicy dowiedzieli się, jak odnaleźć Gwiazdę Polarną, jak odnaleźć inne jasne gwiazdy, takie jak Arktur, Vega czy Altair, czym jest asteryzm Trójkąta Letniego oraz jak odnaleźć na niebie Drogę Mleczną i nie pomylić jej z zachmurzeniem.

Obserwacje trwały niemal do końca nocy astronomicznej, naliczyliśmy ponad pięćdziesięciu uczestników, w tym kilku poznanych dzień wcześniej w biurowcu Varso. Do dyspozycji mieliśmy także bufet z napojami i potrawami z grilla oraz tło muzyczne zorganizowane przez naszego gospodarza, właściciela pola.

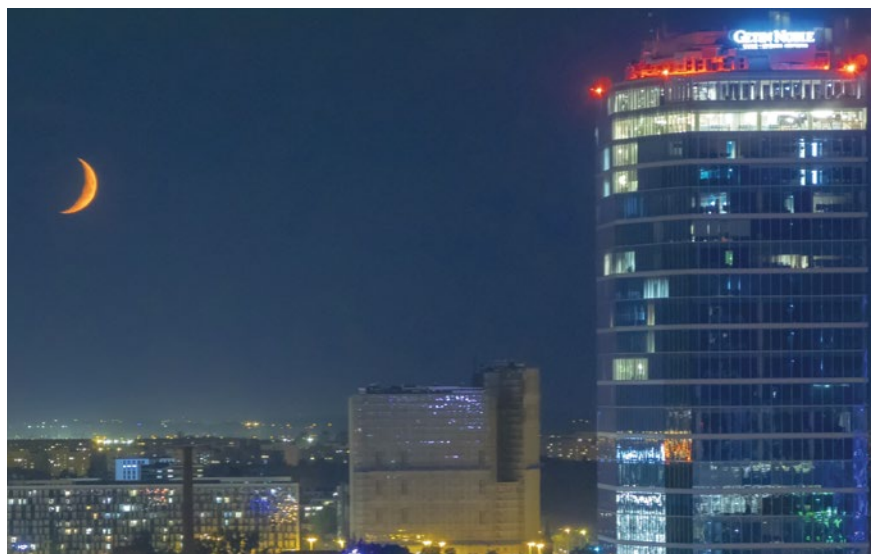
## KASZUBSKA „NOC SPADAJĄCYCH GWIAZD”

Zaledwie po kilku godzinach wypożyczynku, wczesnym popołudniem następnego dnia wyruszyliśmy w kierunku Czerska. Tym razem chcieliśmy na żywo pokazywać obraz z teleskopu MAK180 przy pomocy kamery. Od organizatorów otrzymaliśmy też możliwość godzinnej prezentacji naszych zdjęć. Ponieważ widownię stanowiły głównie dzieci, nie było sensu omawiać aspektów technicznych związanych z ich powstawaniem. Następnie na ekranie pojawił się obraz z kamery ASI183, podłączonej do teleskopu poprzez korektor dyspersji atmosferycznej. Mimo ograniczonego czasu na kalibrację, sprzęt udało się zestawić całkiem przyzwoicie do obrazowania Saturna i Jowisza.

Podczas naszego pokazu miał miejsce tranzyt Io. Zjawisko nie tylko udało się zaobserwować, ale także uwiecznić. W dalszej części imprezy udało się pokazać kilka obiektów głębokiego nieba, takich jak M13, M57, M27.

Gospodarze wyrazili nadzieję na organizowanie kolejnych imprez astronomicznych. Nawet zimą. Jesteśmy gotowi na takie wyzwania!

 Adam Krypel, Michał Gochna



Fot. Katarzyna Kaczmarek

Widok z tarasu widokowego na 21 piętrze budynku Varso



Szeroka gama najwyższej jakości produktów iOptron dostępna w Delta Optical.

**iOptron®**



[info@deltaoptical.pl](mailto:info@deltaoptical.pl)

Centrala  
Mińsk Mazowiecki  
Nowe Osiny, ul. Piękna 1  
Tel. (25) 786-05-22

Warszawa  
Al. Jana Pawła II 19  
Atrium Garden  
Tel. (22) 624-08-04

[www.deltaoptical.pl](http://www.deltaoptical.pl)

Gdańsk  
Grunwaldzka 40/9  
(wejście od ul. Do Studzienki)  
Tel. (32) 729-94-90

Toruń  
(NOWY SALON)  
Sukiennicza 1A  
Tel. (56) 451 9141

**DELTA®**  
optical



Miejsce, którego nie było na mapie

**S**pojrzałem dziś w kalendarz, który po raz kolejny uzmysłowił mi, jak nieubłaganie mija czas. Pierwszy felieton z cyklu „astropodróże” napisałem dokładnie pięć lat temu. Długo też zastanawiałem się, gdzie tym razem zabrać czytelników i ostatecznie wybrałem kierunek dotąd nieobecny: Stany Zjednoczone. Jest to jednak tak duże państwo, że czasem lepiej je rozważać w kategorii poszczególnych stanów. Jednym z nich jest Nowy Meksyk obejmujący obszar niewiele większy od Polski, ale zamieszkały przez mniej ludzi niż w aglomeracji warszawskiej. W jego granicach odnajdziemy i ośnieżone szczyty górskie, lasy, jak i pustynie czy niemal milionową aglomerację Albuquerque. Region jest pełen historycznych miejscowości i ruin dawnej cywilizacji Pueblo, dzięki czemu można zwiedzić wyjątkowo dużo, jak na Stany Zjednoczone, wielusetletnich zabytków. Jeśli tego jest mało, panują tu jedne z lepszych na świecie warunków do uprawiania astronomii, a dziedzictwo nauki jest fascynujące. To wszystko sprawia, że jest to mój ulubiony stan USA.

Nowy Meksyk jest znany przede wszystkim z trzech rzeczy: domniemanego

# ATOMOWE MIASTECZKO

Nowy Meksyk należy do najpiękniejszych i najciekawszych amerykańskich stanów. Duży wkład ma dziedzictwo nauki. Znajdziemy tu nie tylko niezwykle laboratoria, ale też całe miasto zbudowane, by naukowcy mogli pracować w spokoju.

go miejsca rozbicia się statku kosmitów koło Roswell w 1947 r., plenerów znanych z bardzo popularnego serialu „Breaking Bad” oraz Los Alamos — miasteczka naukowego, w którym powstała bomba atomowa. W mojej dzisiejszej opowieści poznamy właśnie tę niezwykłą miejscowość, „Atomic City”. Leży ona na skraju rozległej i urzekającej krajobrazami doliny Rio Grande, u podnóża wygasłego wulkanu Valles Caldera. Lokalizacja jest

iście zachwycająca — w promieniu kilkudziesięciu minut jazdy znajdują się liczne szlaki turystyczne, punkty widokowe, starożytne ruiny, rezerваты przyrody, historyczne miejscowości jak Santa Fe czy Taos. Do tego centrum Los Alamos stanowi część Historycznego Parku Narodowego Projektu Manhattan.

Zacznijmy więc od początku. W 1938 roku dwóch niemieckich chemików, Otto Hahn i Fritz Straussman odkryli zjawie-



Jesienna panorama Los Alamos i doliny Rio Grande ze zboczy masywu wulkanicznego Valles Caldera w kierunku wschodnim



sko rozszczepienia jądra atomowego. W związku z napiętą sytuacją międzynarodową, która szybko przekształciła się w najbrutalniejszy konflikt militarny dziejów, rozpoczął się wyścig mocarstw o to, kto pierwszy zbuduje bombę atomową i zdobędzie decydującą przewagę nad przeciwnikiem. Po stronie amerykańskiej do prac nad bronią wzywali choćby Leo Szilárd i Albert Einstein w swoim sławnym liście do prezydenta Stanów Zjednoczonych, Franklina Delano Roosevelta, opublikowanym 2 sierpnia 1939 r. Również i inni naukowcy i politycy wzywali do podjęcia wyzwania. Ostatecznie w październiku 1939 r. prezydent Roosevelt powołał Komitet Wykonawczy S-1, który w maju 1942 r. ukończył raport z różnymi zaleceniami dalszych działań. W tym czasie przygotowywano też całe przedsięwzięcie, nadano mu ramy strukturalne, zrekrutowano pierwszych naukowców czy zebrano niezbędne fundusze.

Projekt Manhattan trwał od 1942 do 1947 r. i był wynikiem współpracy międzynarodowej między rządami USA, Wielkiej Brytanii i Kanady. Większość prac przeprowadzono jednak w kilkunastu ośrodkach Stanów Zjednoczonych i właśnie to państwo odpowiadało za jego przebieg. Najważniejszym z miejsc biorących udział w misji było tajne laboratorium w Los Alamos, znane pod kryptonimem „Projekt Y”. Rozpoczęło działalność 1 stycznia 1943 r., było prowadzone przez Uniwersytet Kalifornijski, choć podlegało kontroli armii USA. Na jego czele stanął wybitny fizyk teoretyczny Julius Robert Oppenheimer. Lokalizacja na terenie rancha, gdzie wcześniej mieściła się szkoła z internatem, była zaproponowana właśnie przez Oppenheimera, który w okolicy miał swoją posiadłość. Decydujące było jednak oddalenie od głównych miast, pozwalające na ukrywanie pracy laboratorium we względnej tajemnicy. Samo Los Alamos było miasteczkiem zbudowanym w rekordowo krótkim czasie do obsługi tysięcy pracowników laboratorium.

Jak wiemy, Projekt Manhattan zakończył się sukcesem, Amerykanie pierwsi zbudowali bombę atomową, co pozwoliło im ostatecznie wygrać wojnę w Azji.



Dyrektorem „Projektu Y” był J. R. Oppenheimer, którego pomnik stoi w samym centrum miasteczka. To on zaproponował lokalizację dzisiejszego laboratorium

W pracach zespołu brał udział także Stanisław Ulam, wybitny badacz pochodzący ze Lwowa. Jego autobiografia „Przygody matematyka” daje niezwykle wgląd w przedwojenne środowisko naukowe Polski oraz jego pobyt w Stanach Zjednoczonych. Spośród wielu zasług lwowianina znajduje się też wynalezienie metody obliczeniowej Monte Carlo, która znalazła zastosowanie w licznych symulacjach komputerowych, używanych choćby przez astrofizyków teoretycznych.

\* \* \*

Po zakończeniu Projektu Manhattan laboratorium stało się jednym z głównych ośrodków badań nuklearnych. Posiada część cywilną, zajmującą się zagadnieniami pokojowymi, jak i wojskową, której prace są ściśle strzeżoną tajemnicą. Dział cywilny posiada m.in. instytut astronomii teoretycznej. Los Alamos przemieniło się tymczasem ze ściśle tajnego miejsca, jakie wymazywano z map, w dość przeciętnie wyglądającą miejscowość, a budynki, które miały być tymczasowe, stopniowo zastąpiono trwalszymi konstrukcjami.

Ten wygląd może jednak mylić. I to nie tylko dlatego, że brakuje tak typowej dla Nowego Meksyku plaży, czyli centralnego placu w mieście analogicznego do polskich rynków staromiejskich. Po pierwsze dziedzictwo naukowe i militarne wciąż jest widoczne. Po drugie, Los Alamos przyciągnęło wielu zamożnych obywateli, stając się z czasem jednym z najbogatszych miasteczek Stanów Zjednoczonych. Jeden na dziewięciu mieszkańców jest dziś milionerem, choć nie ujrzymy tu niesamowitych pałaców ani rozrzutności

znanej z dekadencjach lat 20. XX stulecia czy błyszczącego Las Vegas, które zresztą też miało swój udział w amerykańskim projekcie nuklearnym. Mimo tego widać olbrzymi kontrast w porównaniu do sąsiednich hrabstw, które są stosunkowo biedne, gdzie blisko 1/3 ludności żyje poniżej granicy ubóstwa. W Stanach Zjednoczonych takie widoki nie są jednak niczym zaskakującym.

Los Alamos jest też ośrodkiem turystycznym przede wszystkim ze względu na dziedzictwo Projektu Manhattan. Centrum miasteczka, wraz z dwoma innymi lokalizacjami (Oak Ridge w stanie Tennessee oraz Hanford w stanie Waszyngton), jest chronione w ramach Historycznego Parku Narodowego. Dzięki niemu powstała ścieżka dydaktyczna oraz centrum turystyczne z wystawą poświęconą badaniom. Na trasie zwiedzania znajduje się też muzeum historyczne czy domy Oppenheimera oraz Hansa Bethego, którego czytelnicy mogą kojarzyć z początkami kosmologii i teorią Alpera-Bethego-Gamowa.

Całość uzupełnia muzeum nauki Bradbury oraz liczne atrakcje regionu. Ciemne niebo i izolacja przyciągnęły do Nowego Meksyku liczne instytucje naukowe, co wyjaśnia, dlaczego ten stosunkowo ubogi zakątek Stanów Zjednoczonych ma największy w kraju odsetek ludzi z doktoratem. Powstało też kilka ciekawych obserwatoriów astronomicznych, z których najważniejszym jest VLA. To jednak jest inna historia.

 **Wieńczysław Bykowski**

# METEORY NA WENUS I ICH OBSERWACJE Z ZIEMI

 Radosław Poleski

**Czy Pracownia Komet i Meteorów powinna mieć stację bolidową na Wenus? Czy można przewidzieć, kiedy na Wenus aktywny jest rój meteorów?**

**N**iektóre roje meteorów są powiązane ze znanymi kometami lub planetoidami. Rój taki może powstawać z okruchów skalnych, które obecnie odrywają się od powierzchni ciała macierzystego albo rój i planetoida powstały z rozpadu jednego ciała.

Jednym z przykładów takiego powiązania jest rój Geminidów oraz planetoida (3200) Phaethon. Planetoidę Phaethon zaliczamy do małej grupy planetoid aktywnych (zwanych również kometami pasa głównego), czyli obiektów, które mają orbity o półosiach mniejszych niż półoś orbity Jowisza i wykazują aktywność kometarną, którą obserwujemy w postaci warkocza lub nagłego pojaśnienia wraz ze zbliżaniem się do Słońca.

Orbita Phaethona nie przecina orbity Ziemi, ale przechodzi bardzo blisko niej, a konkretnie w odległości 0,0194 au, czyli 2,9 mln km. Jest to wystarczająco mała odległość, by okruchy skalne, które opuszczają powierzchnię Phaethona gdzieś na jego orbicie, po jakimś czasie przeszły na tyle blisko Ziemi, że możemy zaobserwować je jako meteor. Aktywność kometarna Phaethona znana jest tylko z obserwacji wykonanych w 2009 i 2012 r. przez satelitę NASA STEREO-A. Fizyczna przyczyna aktywności Phaethona nie jest dobrze poznana, a rozważane są m.in. niestabilność rotacyjna i przeciążenia termiczne.

No dobrze, ale gdzie w tym wszystkim są obiecane w tytule meteory na Wenus? Zanim do tego dojdziemy, przyjrzyjmy się innej niezwyklej planetoidzie: 2021 PH<sub>27</sub>.

Planetoidę 2021 PH<sub>27</sub> odkrył Scott Sheppard (Carnegie Institution of Science) wieczorem 13 sierpnia zeszłego roku. Sheppard korzystał z obserwacji z czterometrowego teleskopu Victora M. Blanco w chilijskim Obserwatorium Cerro Tololo. Zdjęcia wykonane były kamerą o dużym

polu widzenia, a same obserwacje były przeprowadzone w czasie zmierzchu, kiedy standardowych obserwacji naukowych się nie prowadzi. Kolejne obserwacje 2021 PH<sub>27</sub> wykonali David Tholen (University of Hawaii) i Marco Micheli (Europejska Agencja Kosmiczna). Udało się też znaleźć ten obiekt na archiwalnych zdjęciach z 2017 r. Dzięki temu możliwe było określenie jego orbity, która okazała się szczególnie: wielka półoś ma tylko 0,462 au, a okres orbitalny to 114,6 dnia. Są to rekordowo małe wartości — nie znamy planetoidy o mniejszej półosi i krótszym okresie orbitalnym. Z kolei inklinacja orbity to 31,9°, a mimośród 0,71. Aphelium orbity to 0,79 au, czyli planetoida ta jest zawsze bliżej Słońca niż Ziemia. Średnica szacowana jest na 1 km, ale ta wartość bazuje tylko na jasności absolutnej (17,7 mag), więc jest bardzo niepewna.

W styczniu br. włosko-francuski zespół, Albino Carbognani, Paolo Tanga i Fabrizio Bernardi, zasugerował, że 2021 PH<sub>27</sub> może powodować rój meteorów w atmosferze Wenus. Kluczowe w ich rozumowaniu jest założenie, że właściwości 2021 PH<sub>27</sub> są podobne do Phaethona, więc 2021 PH<sub>27</sub> również może być aktywna. Argumentem za tym jest podobna wartość peryhelium: 0,140 au dla Phaethona i 0,133 au dla 2021 PH<sub>27</sub>. Niewątpliwie w pobliżu peryhelium na powierzchni obu ciał panują ekstremalnie wysokie temperatury, rzędu 1000 K. Orbity obu planetoid mają też znaczne mimośrodowość (0,89 w przypadku Phaethona). Założenie o podobnych właściwościach tych planetoid pozwala oszacować różne parametry 2021 PH<sub>27</sub>. Założenie o podobnym mechanizmie aktywności obu planetoid może być zweryfikowane dzięki sondzie STEREO-A. Ma ona szansę zaobserwować wzrost jasności planetoidy podczas zbliżania się do Słońca.

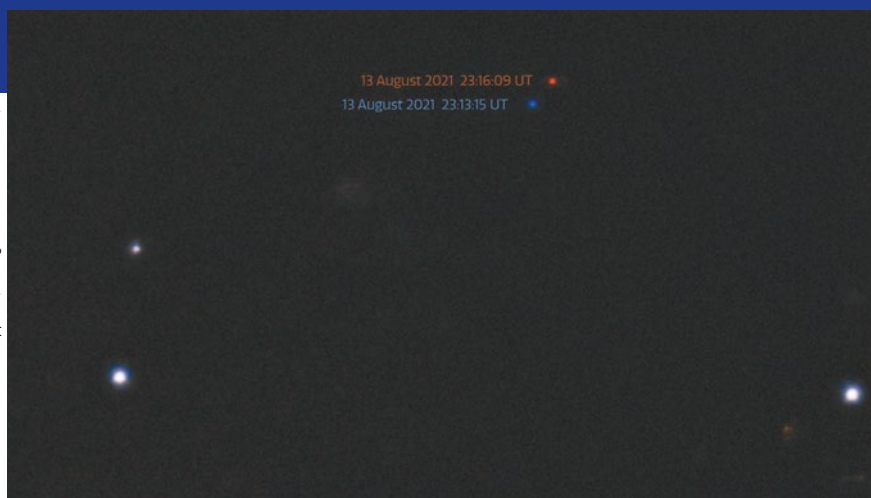
Dzięki parametrom orbity 2021 PH<sub>27</sub> możemy obliczyć minimalną odległość między orbitą planetoidy oraz orbitą Wenus: 0,0146 au (2,2 mln km), czyli mniej niż dla Phaethona i Ziemi. Jeśli założenie o aktywności 2021 PH<sub>27</sub> jest prawdziwe, to jest bardzo prawdopodobne, że powoduje rój meteorów na Wenus!

Carbognani i współpracownicy przeanalizowali, czy możliwe będzie zaobserwowanie tych meteorów z Ziemi. Nie jest to pierwszy potencjalny rój meteorów na Wenus. Podobne przewidywania były wcześniej robione dla komety długookresowej C/2021 A1 (Leonard).

Nie ma co ukrywać — obserwacje wenusjańskich meteorów z Ziemi nie będą łatwe. Od razu trzeba się ograniczyć do najjaśniejszych zjawisk, czyli bolidów. Ale zaraz zaraz, przecież bolidy definiuje się jako meteory jaśniejsze niż Wenus... Przejdźmy jednak do szczegółów. Największy problem to oczywiście odległość od Ziemi do Wenus i związany z tym spadek jasności obserwowanej. Radiant nie musi wypadać na nocnej części Wenus oraz jego położenie obserwowane z Ziemi nie musi być na widocznej z Ziemi półkuli Wenus. Aktywność potencjalnego roju nie powtarza się co rok ziemski, ale co rok wenusjański. Niestety nie można obserwacji prowadzić podczas każdego maksimum aktywności, bo Wenus musi być w znacznej elongacji. Zjawiska z roju 2021-PH<sub>27</sub>-idów będą wolniejsze w atmosferze Wenus niż Geminidy w atmosferze Ziemi (25 km/s vs. 35 km/s), przez co meteoroidy o tych samych masach będą miały mniejszą jasność absolutną niż Geminidy.

Największe szanse na udane obserwacje są oczywiście, gdy Wenus przechodzi najbliższej orbity planetoidy. Trzy najbliższe zbliżenia to 15 marca 2022, 25 października 2022 oraz 7 czerwca 2023. Drugie





Złożenie dwóch zdjęć pokazujących odkrycie 2021 PH<sub>27</sub> z 13 sierpnia 2021 r. Oba obrazy zostały złożone z różnymi kolorami tak, by dobrze było widać przemieszczający się obiekt. Obserwacje z 4-m teleskopu Victor M. Blanco w Obserwatorium Cerro Tololo (Chile). Pole widzenia kamery to 3 st. kwadratowe, a powyżej jest pokazany tylko jego mały fragment

z nich można od razu odrzucić, bo Venus będzie zaledwie 1,2° od Słońca. Pierwszy przypadek wymaga bardziej skomplikowanej analizy, ale też nie jest dogodny do obserwacji: radiant będzie na dziennej stronie Wenus i dodatkowo niewidoczny z Ziemi. Zbliżenie z czerwca 2023 okazuje się najlepsze (kolejne porównywalnie dobre będzie dopiero pięć wenusjańskich lat później: 5 lipca 2026). W czasie zbliżenia z 7 czerwca 2023 odległość między Wenus i Ziemią to 0,68 au, więc meteory będą o ok. 30 mag słabsze niż te obserwowane w ziemskiej atmosferze na wysokości 100 km. Dzienna część Wenus jest bardzo jasna i trudno w jej pobliżu zaobserwować ciemny obiekt. Ocenia się, że największymi ziemskimi teleskopami w pobliżu dziennej części Wenus można zobaczyć zjawiska o wizualnej jasności ok. 16 mag, więc obserwacje są możliwe dla zjawisk o jasności absolutnej ok. -14 mag. Jeśli założenia Carboagniego i współpracowników są prawdziwe, to takie zjawiska powinny pojawić się raz na 300 godzin. Niestety Wenus można krótko obserwować każdej nocy, a dodatkowo znajduje się ona blisko horyzontu. Szanse na detekcję są więc niewielkie.

Jest jeszcze inna możliwość: meteory w atmosferze Wenus można by obserwować sondą kosmiczną krążącą wokół niej. Niestety takich sond do wyboru jest dość mało, a konkretnie jedna. W maju 2010 r. japońska agencja kosmiczna JAXA wystrzeliła sondę Akatsuki, której celem było badanie atmosfery Wenus. Jednak nie wszystko poszło zgodnie z planem — w grudniu

2010 r. miał nastąpić manewr zmiany orbity z okołosłonecznej na okółowenusjańską, ale się nie powiódł. Najprawdopodobniej problemy z zaworem w systemie paliwowym spowodowały uszkodzenie dyszy silnika i w konsekwencji zbyt krótki czas jego działania (3 zamiast 12 min). Po dość skomplikowanych staraniach w 2016 r. udało się umieścić sondę Akatsuki na orbicie, której maksymalne zbliżenie do powierzchni Wenus zmienia się okresowo w zakresie 1 000–10 000 km, najdalsze wynosi 370 000 km, a okres to ok. 10 dni. Pierwotnie zakładane wartości to odpowiednio 300 km, 80 000 km i 30 godzin. Sonda ta ma kamerę, która może obserwować błyskawice w atmosferze Wenus i mogłaby zaobserwować meteor, ale niestety kamera pracuje tylko przez 30 min w czasie 10-dniowej orbity. Znowu szanse na detekcję są niewielkie.

Warto tu przypomnieć, że mogliśmy już kiedyś zaobserwować wejścia małych ciał Układu Słonecznego w atmosferę planety innej niż Ziemia. W lipcu 1994 r. fragmenty komety Shoemaker-Levy 9 zderzyły się z Jowiszem. Fragmenty komety oczywiście dużo łatwiej zaobserwować niż drobinki wielkości mikrometrów lub milimetrów.

Również obserwacje samej planetoidy 2021 PH<sub>27</sub> nie są łatwe, gdyż na naszym

niebie obiekt ten jest zawsze blisko Słońca. Przez najbliższe cztery lata elongacja będzie większa niż 50° tylko dwa razy: 28 marca br. osiągnie 52,3°, a 10 czerwca 2024 wyniesie 50,3° (dla przypomnienia, maksymalna elongacja Wenus to 48°). To są momenty, kiedy szanse na zmierzenie właściwości takich jak okres rotacji i kształt 2021 PH<sub>27</sub> są największe. Co ciekawe, relatywistyczny ruch peryhelium orbity 2021 PH<sub>27</sub> jest większy niż dla Merkurego.

Chciałbym napisać, że w przyszłości odkryjemy więcej obiektów podobnych do 2021 PH<sub>27</sub> i zyskamy nowe okno do poznania Wszechświata. Na pewno pomoże w tym uruchomienie Obserwatorium Very C. Rubin, które ma nastąpić pod koniec przyszłego roku. Średnica zwierciadła i pole widzenia kamery tego teleskopu będą większe niż dla teleskopu Blanco. Ale i tu jest zła wiadomość. Kolejne firmy, np. SpaceX, wystrzelują duże liczby satelitów, które przyjemnie obserwuje się gołym okiem, ale ich obecność bardzo utrudnia obserwacje tuż po zmierzchu i tuż przed świtem. A właśnie tego typu obserwacje pozwoliły pół roku temu odkryć 2021 PH<sub>27</sub>.

Perspektywa obserwacji z Ziemi meteorów w atmosferze Wenus jest niezwykle fascynująca. Jest też niestety mało prawdopodobna. Dzięki 2021 PH<sub>27</sub> przynajmniej wiemy, kiedy na Wenus trzeba kierować teleskopy.



Satelity STEREO-A i STEREO-B. Zostały one wystrzelone jednocześnie na orbity w przeciwnych kierunkach

# Grudniowe zaćmienie b Persei

**Kolejne zaćmienie w potrójnym układzie gwiazdowym b Persei (nie mylić z  $\beta$  Persei) trwało około 3 dni (22–24 grudnia 2021 r.) i zakończyło się w wieczór wigilijny. Było obserwowane przez miłośników astronomii zarówno sprzętem do fotometrii CCD z filtrem V, jak i lustrzankami cyfrowymi oraz bezlusterkowcami w barwie zielonej TG. Wszystkie obserwacje zostały zapisane w bazie AAVSO<sup>\*</sup>. W porównaniu do obserwacji wizualnych, użycie elektroniki podnosi dokładność fotometrii o rząd wielkości (nawet do mniej niż 0,01<sup>m</sup>). Obserwacje te służą do modelowania zaćmień b Persei i na tej podstawie do poznania natury tego układu.**

## HISTORIA ZAĆMIEŃ B PERSEI

System b Persei jest wyjątkowo rzadkim układem trzech gwiazd ciągu głównego, oznaczonych jako AB-C, w którym przypadkowo dla obserwatora na Ziemi gwiazda C, o dzielności promieniowania  $\sim 2 L_{\odot}$ , raz na 704,5<sup>d</sup> przesłania lub chowa się za dwie inne gwiazdy AB o dzielnościach promieniowania  $\sim 10 L_{\odot}$  i  $2 L_{\odot}$ . Ocenia się, że płaszczyzna orbity układu podwójnego b Per AB jest nachylona pod kątem  $\sim 40^{\circ}$  do kierunku ku Ziemi. Dlatego nie obserwuje się tutaj zaćmień, ale zmienność elipsoidalną o amplitudzie  $\sim 0,06^m$ . Ten rodzaj zmienności wynika z elipsoidalnego kształtu obu gwiazd AB, krążących wokół wspólnego środka masy z okresem  $\sim 1,5^d$ . Rozciągnięcie do kształtu elipsoid jest spowodowane przez wzajemnie wywierane siły pływowe obu gwiazd. W widmie widać tylko linie absorpcyjne najjaśniejszego składnika A, o typie widmowym A2V. Przyjmuje się, że pozostałe gwiazdy są typu widmowego F lub zbliżonego.

Zmienność elipsoidalna jasności b Persei została odkryta w 1923 r. przez pioniera obserwacji fotoelektrycznych J. Stebbinsa. Późniejsze obserwacje spektroskopowe ujawniły, że jest to układ potrójny, z odległym składnikiem o okresie orbitalnym ponad 700 dni. Zaćmienia w układzie b Per AB-C zostały przewidziane w 2012 r. w oparciu o obserwacje uzyskane technikami interferometrii optycznej przez amerykańskich astronomów R.T. Zavala i J.J. Sanborna. Pierwsze zaćmienie b Per zaobserwowali miłośnicy astronomii w lutym 2013 r. Od tego czasu każde zaćmienie (z wyjątkiem tego w kwietniu 2014 r.) jest obserwowane przez miłośników astronomii (*Urania* 5/2018, s. 52, *Urania* 4/2020, s. 59).

Na rys.1 pokazano krzywe blasku zaćmień b Persei o najlepszym pokryciu obserwacjami, poczynawszy od stycznia 2015 r. Są to 4 zaćmienia wtórne i 3 zaćmienia główne. Dodatkowo rys. 1 (na kremowym tle) prezentuje również prognozę przebiegu zaćmienia w grudniu 2021 r., dokonaną na podstawie zebranej dotychczas wiedzy o tym układzie.

Podczas dotychczasowych kampanii obserwacyjnych AAVSO ujawniono następujące cechy zaćmień b Persei:

- Następuje znaczny spadek jasności układu od 0,1<sup>m</sup> do 0,4<sup>m</sup>.

- Aktualny okres orbitalny składnika C wynosi  $704,5 \pm 0,5$  dnia i został wyznaczony na podstawie fotometrii jako różnica pomiędzy kolejnymi, tymi samymi fazami orbitalnymi składnika C podczas zaćmień. Poprzednio wyznaczony w 1976 r. okres orbitalny wynosił 702 dni.
- Z porównania krzywej blasku i krzywej prędkości radialnych składnika A podczas zaćmienia w grudniu 2016 r. wywnioskowano, że było to zaćmienie wtórne, w którym składnik C jest przesłaniany przez układ AB. Od tej pory wiemy, które zaćmienie jest główne, a które wtórne.
- Każde zaćmienie w układzie b Per AB-C jest inne. Wynika to z braku prostej zależności pomiędzy krótkookresowym układem gwiazdowym AB, a długookresowym układem potrójnym AB-C.
- Najgłębsze względne minimum zaobserwowano podczas zaćmienia głównego w styczniu 2020 r.

Informacja o zaćmieniu b Persei w grudniu 2021 r. pojawiła się na portalu AAVSO jako alert nr 761. Tym razem gwiazda C miała przesłonić układ AB i prognozowany spadek jasności mógł wynieść nawet  $\sim 0,5^m$ . Zaćmienie powinno potrwać około 3 dni (22–24 grudnia 2021 r.), a jego środek — 23 grudnia 2021 r. ok. godz. 11 UT.

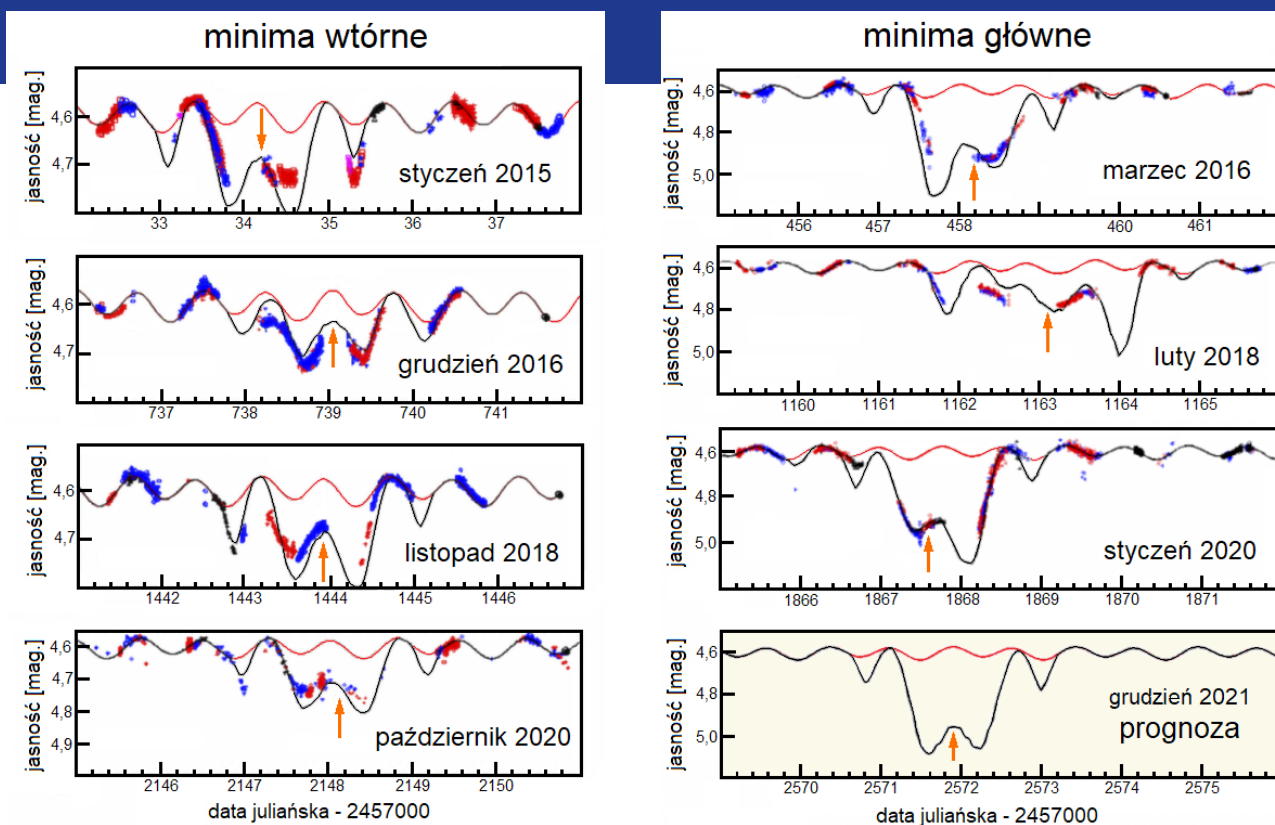
## NOWE OBSERWACJE

Zasadniczo do obserwacji fotometrycznych jasnego układu b Persei ( $\sim 4,6^m$ ) wystarczy zwykła lustrzanka cyfrowa z obiektywem o ogniskowej przynajmniej 50 mm, którą należy zamontować na statywie fotograficznym. W zależności od położenia obserwowanego obiektu na niebie i użytego obiektywu można naświetlać zdjęcie od kilku do kilkunastu sekund, aby obrazy gwiazd nie stały się kreskami. Dodatkowo przydatny jest węższy spustowy. Taki sposób obserwacji grudniowego zaćmienia b Persei z powodzeniem zastosowali niektórzy uczestnicy kampanii. Na przykład niemiecki obserwator Hans-Georg Purucker użył bezlusterkowca Sony  $\alpha$  6300 z obiektywem 85 mm na statywie fotograficznym. Na jeden pomiar jasności w barwach zielonej i niebieskiej składała się seria 27 zdjęć przy przysłonie f/8, naświetlanych przez 8 s każde.

Jednak znacznie wygodniejsze jest zamontowanie aparatu cyfrowego na montażu podążającym za ruchem dobowym nieba.

<sup>\*</sup> AAVSO — skrót od The American Association of Variable Star Observers, czyli Amerykańskie Stowarzyszenie Obserwatorów Gwiazd Zmiennych





Na podst.: D. Collins, AAVSO

Rys. 1. Krzywe blasku  $\beta$  Persei w barwie V zaobserwowanych do tej pory czterech zaćmień wtórnych (układ podwójny AB przestania składnik C) i trzech głównych (składnik C przestania układ podwójny AB). Różne kolory punktów odpowiadają różnym obserwatorom. Strzałki wskazują środek danego zaćmienia. Czarna linia przedstawia dopasowanie prostego modelu układu  $\beta$  Per do obserwacji. Czerwono-czarna linia sinusoidalna ilustruje zmienność elipsoidalną

Wtedy można wydłużyć czas naświetlania zdjęć i nie trzeba co jakiś czas przestawiać aparatu. Najtańszym, sensownym sprzętem do takich zastosowań jest pokazany na rys. 2 montaż EQ3-2. Ważne jest zamontowanie chociaż jednego silnika elektrycznego, który zapewni, że obiektyw będzie skierowany cały czas na ten sam fragment nieba. Dodatkowo warto rozszerzyć zestaw o laptopa, za pomocą którego można automatycznie przeprowadzić sesję obserwacyjną i na bieżąco sprawdzać jakość zdjęć — w tym najważniejsze, czy obrazy gwiazd, które zostaną użyte do fotometrii nie są prześwietlone.

Uczestniczyłem w kampanii obserwacyjnej grudniowego zaćmienia  $\beta$  Persei, korzystając ze sprzętu pokazanego na rys. 2. Na montażu paralaktycznym EQ3-2 z jednym silnikiem elektrycznym umocowałem refraktor APO o średnicy obiektywu 102 mm i ogniskowej 714 mm (f/7), wypożyczony z PTMA Szczecin. Zebrane światło było rejestrowane na matrycy CMOS lustrzanki cyfrowej Canon 400D. Ostatecznie obraz był przenoszony na dysk laptopa i tam zapisywany w formacie negatywu cyfrowego (plik w formacie RAW). Dzięki temu np. 25 grudnia 2021 r. mogłem przez ok. 7 godzin fotografować okolice  $\beta$  Persei, dopóki pogoda pozwalała. I nawet nie było potrzeby ciągłej obec-

Rys. 2. Zestaw do fotometrii lustrzankowej użyty przez autora podczas kampanii obserwacyjnej zaćmienia  $\beta$  Persei w grudniu 2021 r.: laptop, lustrzanka Canon 400D z refraktorem APO o średnicy obiektywu 102 mm i ogniskowej 714 mm (f/7) na montażu EQ3-2, który podąża za ruchem dobowym sfery niebieskiej. W dn. 25 grudnia 2021 r., pomimo trzaskającego mrozu ( $-11^{\circ}\text{C}$ ) i oszronienia, zestaw działał poprawnie

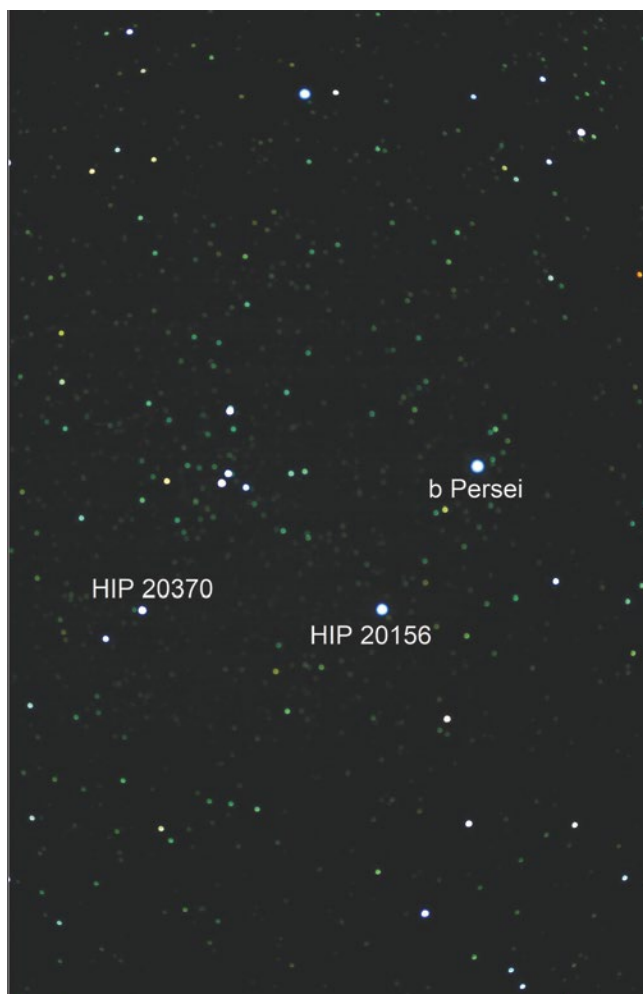


ności przy sprężeniu, gdy temperatura spadła do  $-11^{\circ}\text{C}$  i wszystko pokryło się szronem.

Ze względu na dużą aperturę refraktora (102 mm) konieczne było rozogniskowanie obrazów gwiazd aż do około 25 pikseli, aby nawet jeden piksel obrazu najjaśniejszej gwiazdy używanej do fotometrii, czyli samej b Persei ( $V \sim 4,6-5,0^m$ ) nie był prześwietlony. Dużą zaletą tego refraktora APO jest dobra korekcja aberracji chromatycznej, co zapewniło równomierne rozłożenie światła w „plackowatych” obrazach gwiazd (rys. 3).

Organizatorzy kampanii obserwacyjnych zaćmień b Per proszą tylko o obserwacje fotometryczne w filtrze V lub TG. Jasność TG oznacza, że jest to wynik standaryzowanej fotometrii uzyskanej z zielonych pikseli w trójkolorowej matrycy lustrzanki cyfrowej/bezlusterkowca, gdzie jasność katalogowa gwiazdy porównania jest standardową jasnością w filtrze V. TG oznacza również standaryzowane obserwacje fotometryczne uzyskane kolorowymi kamerami CCD/CMOS. Na portalu AAVSO znajduje się podręcznik fotometrii lustrzankowej w języku polskim. Takie materiały można znaleźć również pod adresem [www.proxima.org.pl/84](http://www.proxima.org.pl/84). W wielkim skrócie, za pomocą oprogramowania na każdym zdjęciu należy zmierzyć jasność instrumentalną w lustrzankowej barwie zielonej gwiazdy porównania, gwiazdy zmiennej i gwiazdy testowej. W przypadku fotometrii b Persei standardowo jako gwiazda porównania jest wykorzystywana HIP 20156, o jasności  $V = 5,456^m$ , a jako gwiazda testowa HIP 20370, o jasności  $V \sim 7,1^m$ . W kolejnym kroku należy obliczyć różnice jasności gwiazdy testowej i zmiennej względem gwiazdy porównania i do obliczonych różnic dodać  $V=5,456^m$  (jasność katalogowa gwiazdy porównania HIP 20156). Uśrednioną jasność b Persei i gwiazdy testowej na dany moment wysyła się do bazy AAVSO.

Podczas ostatniego zaćmienia warunki atmosferyczne pozwoliły mi wykonać kilkugodzinne sesje obserwacyjne w dniach 19, 22 i 25 grudnia 2021 r. Jednak tylko 22 grudnia, zanim nadeszły chmury, obserwowałem b Per w czasie zaćmienia, gdy jasność drastycznie spadała do  $\sim 5^m$ . Widać to na rys. 4, który przedstawia obserwowaną krzywą blasku b Per, sporządzoną w oparciu o obserwacje amatorskie zgłoszone do AAVSO. Natomiast w dniach 19 i 25 grudnia 2021 r. zarejestrowałem tylko zmienność eliptyczną układu AB. Te ostatnie obserwacje są również bardzo



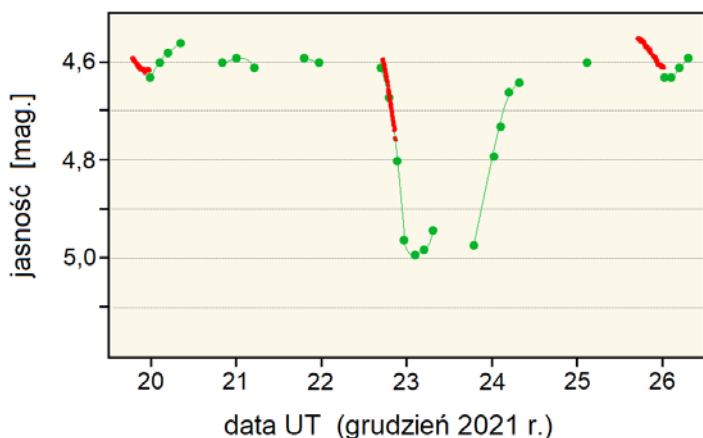
Rys. 3. Zdjęcie okolicy gwiazdy zmiennej b Persei, o polu widzenia  $\sim 1^{\circ}47' \times 1^{\circ}12'$ , złożone z 240 ekspozycji, po 30 s każda, wykonanych 19 grudnia 2021 r. Obrazy gwiazd mają średnicę  $\sim 25$  pikseli. Takie rozogniskowanie jest konieczne, aby żaden piksel z obrazów gwiazd wykorzystywanych do fotometrii nie był prześwietlony

ważne. Służą do kalibracji względnych przesunięć jasności dla różnych obserwatorów. W ramach tej kampanii obserwacyjnej wysłałem do bazy AAVSO 324 obserwacje b Per w barwie zielonej TG i niebieskiej TB. Każdy pomiar jasności b Per jest uśrednioną wartością z 5 zdjęć naświetlanych przez 30 s każde.

Obserwacyjna krzywa blasku tego zaćmienia pokrywa się dość dobrze z prognozowaną — co ilustruje porównanie krzywej blasku na rys. 4 z prognozą na rys. 1. Tym razem jasność układu spadła do aż  $\sim 0,4^m$ . Więcej informacji o wynikach kampanii obserwacyjnej grudniowego zaćmienia b Per można znaleźć na portalu Proxima (<https://www.proxima.org.pl/107/bpersei>).

Następne zaćmienie główne w układzie b Per AB-C nastąpi w listopadzie 2023 r., a zaćmienie wtórne — we wrześniu 2022 r. Asymetria czasowa występowania zaćmień głównych i wtórnych wynika z eliptyczności orbity składnika C.

 **Ryszard Biernikowicz**



Rys. 4. Zaobserwowana krzywa blasku z zaćmienia głównego w potrójnym układzie b Persei w dniach 22-24 grudnia 2021 r. Zielone kółka to średnie 2,5-godzinne z pomiarów w filtrze V, wykonanych przez różnych obserwatorów. Czerwone kropki to obserwacje autora, w barwie TG



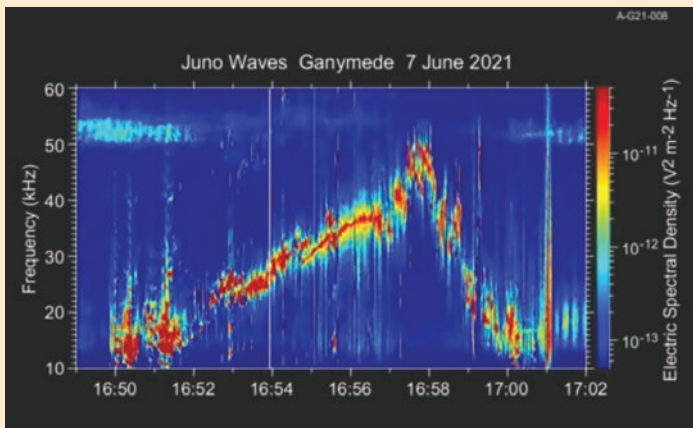
# Szum radiowy w dwóch odśtonach



**S**zumy radiowe planet czy ich księżyców są wdzięcznym obiektem do tzw. sonifikacji, czyli transformacji sygnału do obszaru dźwięków odbieranych przez ludzkie ucho.

Dziś proponuję trwającą 50 sekund dźwiękową podróż przez magnetosferę jednego z satelitów Jowisza, Ganimedesa. W rzeczywistości przelot trwał 13 min, czyli około 16 razy dłużej. Szumy radiowe zostały zarejestrowane przez instrument WAVES umieszczony na pokładzie misji JUNO. W czasie obserwacji sonda poruszała się względem Ganimedesa z prędkością około 67 tys. km/h, zbliżając się do jego powierzchni na minimalną odległość równą 1038 km. Filmik ilustrujący przelot znajdziemy pod adresem:

<https://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-s-juno-spacecraft-hears-jupiter-s-moon>.



Źródłem wąskiego, o zmiennej częstotliwości pasma (odpowiedzialnego za w miarę wyraźny, zmieniający wysokość ton, który słyszymy w czasie odtwarzania filmiku) są charakterystyczne drgania plazmy magnetosfery Ganimedesa na tzw. górnej częstotliwości hybrydowej. Zależy ona zarówno od gęstości plazmy w magnetosferze księżycy, jak i od natężenia pola magnetycznego, co tłumaczy wznoszący się ton przy zbliżaniu się do księżycy.

Nie są to pierwsze obserwacje tego rodzaju, w czerwcu 1996 r. magnetosferę Ganimedesa odkryto w ramach misji GALILEO. Szumy wtedy odebrane i przeniesione do zakresu dźwiękowego znajdziemy pod adresem: <http://www-pw.physics.uiowa.edu/~wsk/galileo/ganymede/ganymede.html>.

Szczegółowe omówienie tego odkrycia można znaleźć pod kolejnym adresem:

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/97GL02249>.



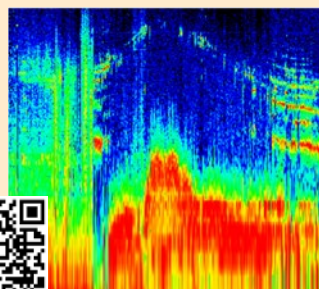
Potem była długa przerwa i do układu Jowisza udało się powrócić dopiero w ramach wspomnianej wyżej misji JUNO. Ale już niedługo (w roku 2023) można spodziewać się wystrzelenie kolejnej misji w kierunku Jowisza. Jest to misja JUICE (JUPITER ICY MOONS EXPLORER), a jej głównym zadaniem będzie zbadanie niektórych spośród dużych księżyców Jowisza — Ganimedesa, Europy i Callisto. Możemy zatem spodziewać się kolejnych rejestracji szumów radiowych Ganimedesa, tym razem przez instrument RPWI (Radio & Plasma Wave Investigation) zbudowany przy współudziale polskich naukowców z Centrum Badań Kosmicznych PAN. Drugim instrumentem na pokładzie JUICE, w którego konstrukcji uczestniczyło CBK PAN, jest spektrometr mikrofalowy — Sub-millimeter Wave Instrument (SWI).

A teraz wracamy do notki na temat możliwości istnienia pozasłonecznych układów planetarnych przedstawionej w rubryczce **Dawno temu w... „Uranii”**. Informacje pochodzą z wczesnych lat czterdziestych ubiegłego stulecia. Już wtedy poszukiwano egzoplanet, mierząc ruchy własne gwiazd, wokół których mogłyby krążyć ciała niewidoczne dla ziemskich obserwatorów. Sporo na temat wczesnych obserwacji jak i kontrowersji z nimi związanych (przynajmniej na temat 61 Cygni i 70 Ophiuchi) możemy dowiedzieć się z całkiem obszernych opracowań Wikipedii.

Dla 61 Cygni [https://en.wikipedia.org/wiki/61\\_Cygni](https://en.wikipedia.org/wiki/61_Cygni), a dla 70 Ophiuchi [https://en.wikipedia.org/wiki/70\\_Ophiuchi](https://en.wikipedia.org/wiki/70_Ophiuchi).

Ostatni adres, który chciałbym przedstawić, odsyła do publikacji Dirka Reuyla w *The Astrophysical Journal* z roku 1943 dotyczącego wspomnianej już gwiazdy Cincinnati 1244 — nazwa gwiazdy (karła typu M) pochodzi z katalogu Obserwatorium Cincinnati: <https://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/1943ApJ...97..186R>.

Można w niej podejrzeć „kuchnię” ówczesnych prób szukania niewidocznych obiektów towarzyszących gwiazdom.



**Roman Schreiber**

Polscy uczniowie wśród najlepszych w Europie

# Wyznaczanie albedo wybranych obszarów Ziemi

Dawid Bugajewski, Oskar Kościański, Błażej Molik

Jednym z największych wyzwań współczesnego świata jest zmiana klimatu. Do jej głównych przyczyn zalicza się emisję gazów cieplarnianych, pochodzących m.in. ze spalania drewna, które jest wciąż bardzo popularną metodą pozyskiwania energii w Polsce. Ludzie powinni zatem lepiej wykorzystywać naturalne źródła energii, na przykład poprzez budowanie farm fotowoltaicznych w odpowiednich miejscach. Dla każdego obszaru na Ziemi możemy obliczyć parametr albedo, czyli stosunek natężenia promieniowania odbitego do padającego na jej powierzchnię, przyjmujący wartości z przedziału od 0 do 1. Celem naszych badań było wyznaczenie albedo dla różnych miejsc na świecie i ustalenie na tej podstawie, gdzie najlepiej budować farmy fotowoltaiczne.

**C**hiny to obecnie kraj bardzo ambitny w zakresie stosowania nowych technologii. Tak jest i w przypadku paneli słonecznych — Chińczycy stworzyli pierwszą na świecie farmę słoneczną z dwustronnymi panelami. Innowacyjny projekt zainstalowano na zbiornikach wodnych w Baoying w prowincji Jiangsu. Zapewnia zmaksymalizowane wykorzystanie dostępnej na Ziemi ilości energii Słońca. Uważamy to za duży postęp — warto rozważyć budowę takich farm fotowoltaicznych na całym świecie. Zgodnie z naszą naukową hipotezą dwustronny panel słoneczny działałby najefektywniej w oceanach i na Saharze.

W języku programowania Python napisaliśmy program, który został uruchomiony na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej w ramach konkursu AstroPi. Program robił zdjęcia co 30 s, działał przez 90 min. Zdjęcia zostały wykonane w maksymalnej rozdzielczości 2592×1944 i zapisane w formacie .jpg. Ze wszystkich zdjęć, jakie program wykonał, wybraliśmy ostatecznie 86. Objęły one regiony Ziemi rozpościerające się od Sagres (Portugalia), poprzez Kanał Mozambicki, aż po Nową Fundlandię i Labrador (Kanada). Wybór ten był spowodowany lokalnym brakiem chmur i przejrzystością atmosfery, która pozwalała na uzyskanie wyraźnego widoku na powierzchnię Ziemi. Aby wiedzieć, gdzie dane zdjęcie zostało zrobione, w napisanym przez nas programie zawarliśmy funkcję pobierającą dane o lokalizacji stacji ISS podczas zapisu każdej fotografii.

Następnie z pomocą programu ImageJ uzyskaliśmy maksymalne, minimalne

i średnie wartości jasności dla sfotografowanych obszarów, a także ich profile RGB. W dalszej kolejności wykonaliśmy obliczenia z użyciem arkusza kalkulacyjnego. By obliczyć albedo, przygotowaliśmy fizyczny model padania promieniowania słonecznego na Ziemię i wyprowadziliśmy z niego wzory na parametry tego promieniowania.

## WYNIKI

Większość uzyskanych przez nas wartości albedo Ziemi mieści się w przedziale 0–0,4, co jest zgodne z publicznie dostępnymi danymi (np. na Wikipedii). Dla wybranych obszarów obliczyliśmy średnie wartości albedo na bazie uzyskanych zdjęć. Można je zobaczyć na poniższym wykresie. Stworzyliśmy również mapę 3D Ziemi z wartościami albedo oznaczonymi przez wysokość słupków (ze względu na czytelność pominęliśmy niepewności pomiarowe).

Aby obliczyć skuteczność działania panelu słonecznego, o którym mowa w naszej hipotezie badawczej, obliczyliśmy jeszcze, ile promieniowania dotrze do takiego panelu z obu stron. Dla obszarów z naszych zdjęć obliczyliśmy współczynnik opisujący tę skuteczność, a uzyskane dane przedstawiliśmy na poniższej mapie. Bardziej czerwony kolor oznacza wyższą efektywność. Ze względu na przejrzystość i znacznie przybliżone wartości parametrów obliczeniowych pozyskanych ze źródeł zewnętrznych pominęliśmy tu niepewności pomiaru.

## WNIOSKI

Najlepszymi miejscami do budowy dwustronnych farm słonecznych wydają się pustynie i obszary ciepłe. W naszych badaniach są to Sahara i RPA — wniosek ten wynika z porównania danych uzyskanych dla tych obszarów z danymi z innych obszarów, m.in. dla Kanady. Współczyn-



Dwustronne panele słoneczne na wodzie w Chinach

Źródło: Gramwzieteleone.pl



nik efektywności dwustronnego panelu słonecznego dla obszarów oceanicznych okazał się niższy (z wyjątkiem Kanału Mozambickiego). Musimy również uwzględnić inne czynniki, które nie były brane pod uwagę w naszym eksperymencie. Na przykład to, że budowa dużych farm fotowoltaicznych na Saharze spowodowałaby ocieplenie się lokalnych obszarów, a w konsekwencji całego świata.

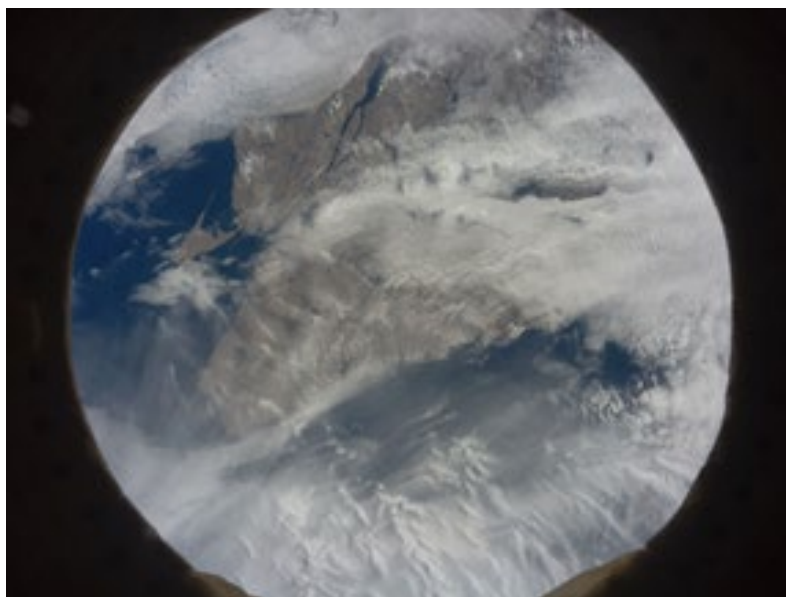
Wszystkie nasze wyniki albedo (w granicach niepewności pomiaru) zgadzają się z danymi dostępnymi publicznie, z wyjątkiem obszarów lodu i wiecznej zmarzliny, dla których uzyskane albedo okazało się zbyt niskie, z różnicą wartości około 0,2. Nie mogliśmy też porównać wartości dla zbiorników wodnych i nie znaleźliśmy w dostępnych zasobach badań wydajnościowych dla dwustronnych krzemowych paneli słonecznych, podobnych do tych z naszego eksperymentu.

Aby popularyzować wiedzę o zmianach klimatycznych i astronomii oraz zainspirować inne osoby do podjęcia podobnych badań, zorganizowaliśmy prezentację na temat projektu dla uczniów klas o profilu przyrodniczym w naszej szkole. Kod, arkusze kalkulacyjne i dalsze szczegóły naszego projektu dostępne są pod adresem: <https://github.com/8molik/SpaceRad>.

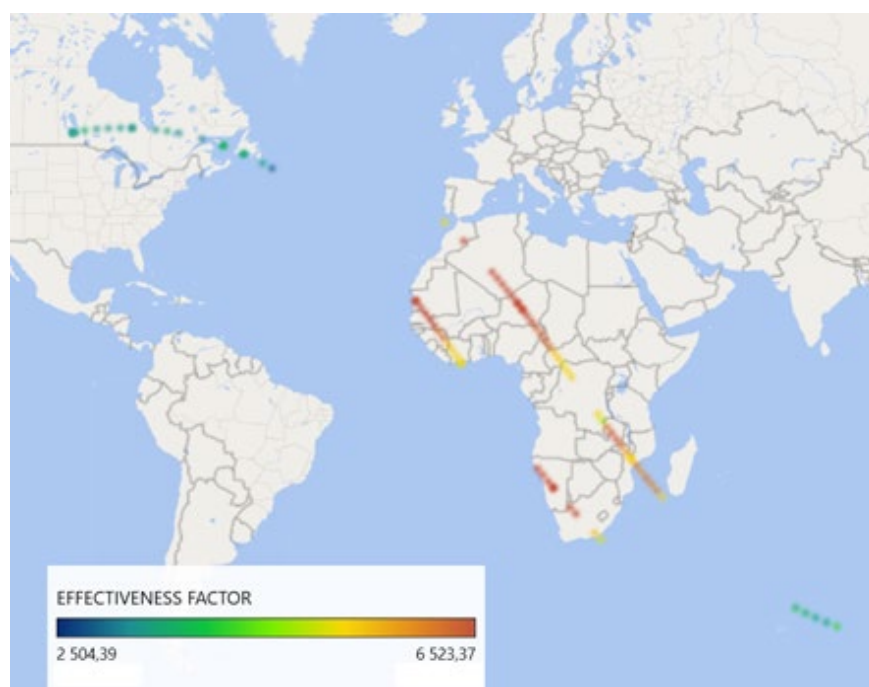
## URUCHOM PROGRAM NA ISS!

Europejska Agencja Kosmiczna organizuje konkurs AstroPi, którego uczestnicy mogą wykonać własny eksperyment na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Dzięki temu mogliśmy napisać program, który został uruchomiony na ISS. Nasz zespół doszedł do finału i znalazł się wśród 10 najlepszych zespołów w Europie — jako jedyny z Polski! Chcielibyśmy bardzo podziękować Europejskiej Agencji Kosmicznej za zorganizowanie konkursu, a także pracownikom Centrum Nauki Kopernika w Warszawie, w szczególności panu Waldemarowi Grabowskiemu, za mentoring naszego zespołu.

Autorzy pracy są uczniami I LO w Kościanie. Zaprezentowane tu badania zostały przedstawione w czerwcu 2021 r. na 47. Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym w Grudziądzu. Przedstawiony przez autorów referat zdobył tam III miejsce.

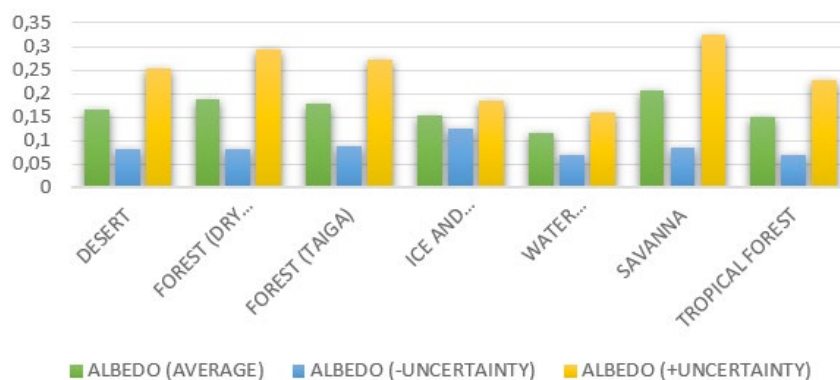


Przykład zdjęcia, które zrobił nasz program. To obszar Nowej Fundlandii i Labradoru (Kanada)



Wyznaczony współczynnik efektywności dla różnych obszarów na Ziemi

## AVERAGE ALBEDO OF DIFFERENT TYPES OF AREAS

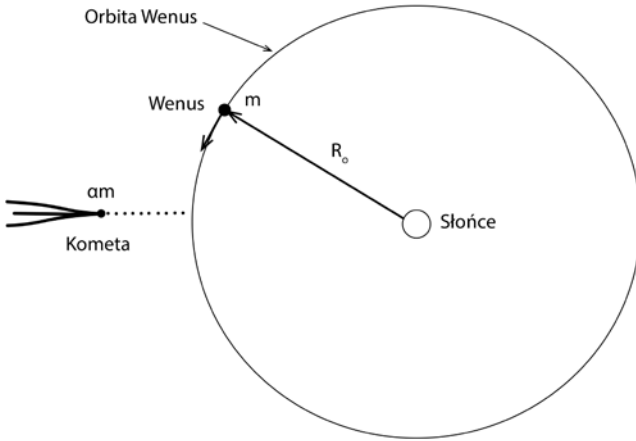


# FORMACJA WENUS-2

## Zadanie nr 14 Międzynarodowej Olimpiady Astronomiczno-Astronautycznej

### TREŚĆ ZADANIA

Kometa o masie  $am$  zmierza („spada”) radialnie w kierunku Słońca. Wiadomo, że całkowita energia mechaniczna komety wynosi zero. Kometa zderza się z Wenus, której masa wynosi  $m$ . Zakładamy ponadto, że orbita Wenus przed zderzeniem była kołowa o promieniu  $R_0$ . Po katastrofie kometa i Wenus tworzą jeden obiekt, zwany Wenus-2.



(14.1) Wyprowadź wzór na prędkość orbitalną Wenus  $v_0$ , przed zderzeniem, w zależności od masy Słońca  $M_{sun}$  i promienia orbity  $R_0$ .

(14.2) Podaj wzór na całkowitą energię mechaniczną Wenus na jej orbicie przed zderzeniem z kometa.

(14.3) Podaj wzór na prędkość radialną,  $v_r$ , moment pędu  $L$  dla Wenus-2 bezpośrednio po zderzeniu.

(14.4) Podaj wyrażenie na energię mechaniczną połączonego obiektu Wenus-2 i wyraż ją w odniesieniu do energii przed zderzeniem,  $E_i$  oraz  $\alpha$ .

(14.5) Wykaż, że orbita pozderzeniowa Wenus-2 jest eliptyczna i wyznacz pół wielką jej orbity.

(14.6) Sprawdź, czy rok dla Wenusjan został skrócony lub wydłużony z powodu zderzenia z kometa. Oblicz stosunek okresów Wenus-2 i Wenus.

(14.7) Jaka powinna być wartość  $\alpha$ , by orbita Wenus-2 po kolizji spowodowała jej rozbitcie się na Słońcu? Nazwiemy to jako  $\alpha_c$ .

(14.8) Kometa z  $\alpha = \alpha_c$  zderzyła się z Wenus. Oblicz procentową zmianę wartości prędkości Wenus  $\delta v$  oraz zmianę kierunku wektora prędkości  $\delta\theta$  bezpośrednio po zderzeniu.

### ROZWIĄZANIE

(14.1)

Wypadkowa siła działająca na Wenus w jej ruchu orbitalnym, będąca sumą wektorową siły odśrodkowej i przyciągania grawitacyjnego Słońca, jest równa 0;  $\vec{F}_r + \vec{F}_G = 0$ . Siły te mają przeciwne zwroty, dostajemy równanie  $\frac{mv_0^2}{R_0} - \frac{GMm}{R_0^2} = 0$ , skąd wartość prędkości Wenus  $v_0 = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$ .

(14.2)

Całkowita energia mechaniczna Wenus  $E_i = E_k + E_G$  jest sumą energii kinetycznej ruchu orbitalnego i energii potencjalnej grawitacji. Otrzymujemy

$$E_i = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{GMm}{R_0} = -\frac{1}{2}\frac{GMm}{R_0}$$

(14.3)

Podczas zderzenia jest zachowany całkowity pęd układu;  $\vec{p}_2 = \vec{p}_c + \vec{p}_0$ , indeks 2 odnosi się do Wenus-2, c — do komety, a 0 — do Wenus. Wektory  $\vec{p}_c$  i  $\vec{p}_0$  są do siebie prostopadłe, zatem ich wartości związane są zależnością  $p_2^2 = p_c^2 + p_0^2$ .

Wartość pędu Wenus  $p_0 = mv_0 = m\sqrt{\frac{GM}{R_0}}$ . Sumaryczna energia komety w momencie zderzenia  $E_c = \frac{1}{2}\alpha mv_c^2 - \frac{GM\alpha m}{R_0} = 0$ , skąd jej prędkość tuż przed zderzeniem  $v_c = \sqrt{\frac{2GM}{R_0}}$ . Zatem wartość pędu komety  $p_c = \sqrt{2}\alpha m\sqrt{\frac{GM}{R_0}}$ . Wartość pędu Wenus-2 tuż po zderzeniu  $p_2 = (\alpha + 1)mv_2$ .

Otrzymujemy równanie

$$(\alpha + 1)^2 m^2 v_2^2 = 2\alpha^2 m^2 \frac{GM}{R_0} + m^2 \frac{GM}{R_0}$$

skąd otrzymujemy wartość prędkości Wenus-2 tuż po zderzeniu,

$$v_2 = \frac{\sqrt{2\alpha^2 + 1}}{\alpha + 1} \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$$

Oznaczmy kąt pomiędzy wektorami  $\vec{p}_0$  i  $\vec{p}_2$  jako  $\beta$ . Wtedy radialna składowa prędkości  $\vec{v}_2$  ma wartość  $v_r = v_2 \sin\beta$ , a z rysunku 1. widzimy, że  $\sin\beta = \frac{|\vec{p}_c|}{|\vec{p}_2|} = \frac{\sqrt{2}\alpha}{\sqrt{2\alpha^2 + 1}}$ , zatem wartość wektora  $\vec{v}_r$ ,

$$v_r = \frac{\sqrt{2}\alpha}{\alpha + 1} \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$$

W układzie zachowany jest również sumaryczny moment pędu  $\vec{L}$ . Przed zderzeniem moment pędu komety jest zerowy, ponieważ jej ruch względem Słońca jest radialny; moment pędu Wenus wyniesie  $\vec{L} = R_0 \times \vec{p}_0$ , a skoro wektory  $\vec{p}_0$  i  $\vec{L}$  są prostopadłe (bo orbita Wenus jest okręgiem), to wartość  $\vec{L}$ :

$$L = R_0 p_0 \sin 90^\circ = m\sqrt{GM R_0}$$

(14.4)

Całkowita energia mechaniczna Wenus-2  $E_2 = E'_k + E'_G = \frac{1}{2}(\alpha + 1)mv_2^2 - \frac{GM(\alpha + 1)m}{R_0}$ , a po podstawieniu wyprowadzonego wzoru na  $v_r$  i prostych przekształceniach dostajemy

$$E_2 = \frac{4\alpha + 1}{\alpha + 1} E_i$$

(14.5)

Orbita keplerowska jest eliptyczna, gdy jej pół wielka



jest dodatnia i skończona. Z całki energii (prędkość orbitalna w odległości  $R_0$  od Słońca) mamy  $v_2^2 = GM \left( \frac{2}{R_0} - \frac{1}{a} \right)$ ,

gdzie  $a$  jest półosią wielką orbity. Dostajemy równanie

$$\frac{2\alpha^2 + 1}{(\alpha + 1)^2} \frac{GM}{R_0} = GM \left( \frac{2}{R_0} - \frac{1}{a} \right), \text{ skąd wyznaczamy półoś wielką:}$$

$$a = \frac{(\alpha + 1)^2}{4\alpha + 1} R_0$$

Aby współczynnik  $\alpha$  miał sens fizyczny, przyjmujemy  $\alpha > 0$ . Chcemy w końcu, aby  $p_2 > mv_2$ . Wtedy  $4\alpha + 1 > 0$  oraz  $\alpha + 1 > 0$ ,

czyli  $0 < \frac{(\alpha + 1)^2}{4\alpha + 1} < \infty$ , wobec tego  $0 < \alpha < \infty$ . Zatem istotnie,

półoś wielka orbity Wenus-2 jest dodatnia i skończona, co czyni jej orbitę eliptyczną.

(14.6)

Masy komety oraz Wenus pomijamy jako zaniedbywalnie małe względem masy Słońca. Zatem z trzeciego prawa Keplera otrzymujemy zależność  $(\alpha/R_0)^3 = (P/P_0)^2$ , gdzie  $P$  jest okresem orbitalnym Wenus-2, a  $P_0$  — okresem orbitalnym Wenus przed zderzeniem. Stąd otrzymujemy stosunek okresów

$$\frac{P}{P_0} = \left[ \frac{(\alpha + 1)^2}{4\alpha + 1} \right]^{3/2}$$

Oznaczmy symbolem  $D$  różnicę licznika i mianownika powyższego ułamka. Mamy  $D = (\alpha + 1)^2 - (4\alpha + 1) = \alpha(\alpha - 2)$ . Mamy  $D \geq 0$  dla  $\alpha \geq 2$  oraz  $D < 0$  dla  $0 < \alpha < 2$ . W pierwszym wypadku wartość ułamka  $\geq 1$ , więc dla  $\alpha \in [2, +\infty)$  mamy  $P \geq P_0$ . Odpowiednio w drugim przypadku wartość ułamka jest mniejsza od 1, ale większa od 0, zatem dla  $\alpha \in (0, 2)$  mamy  $P < P_0$ .

(14.7)

Niech  $r_p$  będzie odległością Wenus-2 od Słońca w peryhelium orbity, a  $r_a$  — w aphelium. Mamy oczywiście  $r_p \leq R_0 \leq r_a$  (żadne z tych wartości nie mogą być równe, ponieważ w pery- i aphelium orbity wektory pędu i promienia wodzącego ciała są prostopadłe, co nie ma miejsca dla  $R_0$ ), zatem przyjmujemy, że do zderzenia ze Słońcem dojdzie w peryhelium. Oczywiście wtedy odległość  $r_p \leq R_s$  jest nie większa od promienia Słońca (przyjmując jego idealną sferyczność). Oznaczmy prędkość Wenus-2 w peryhelium  $v_p$ . Z zasad zachowania energii oraz momentu pędu otrzymujemy

$$L = m\sqrt{GMR_0} = (\alpha + 1)mv_p r_p,$$

$$E_2 = -\frac{4\alpha + 1}{2(\alpha + 1)} \frac{GMm}{R_0} = \frac{1}{2}(\alpha + 1)mv_p^2 - \frac{GM(\alpha + 1)m}{r_p}.$$

$$Z \text{ pierwszego równania wyznaczamy } v_p^2 = \frac{1}{(\alpha + 1)^2} \frac{GMR_0}{r_p^2},$$

a po podstawieniu tego do drugiego równania otrzymujemy równanie kwadratowe względem  $r_p$ :

$$(4\alpha + 1)r_p^2 - 2(\alpha + 1)R_0 r_p + R_0^2 = 0.$$

Wyróżnik kwadratowy tego równania,

$$\Delta = 4(\alpha + 1)^4 R_0^2 - 4(4\alpha + 1)R_0^2 = 4R_0^2 \alpha^2 (\alpha^2 + 4\alpha + 6) \text{ jest za-}$$

wsze dodatni, bo  $R_0^2 > 0$ ,  $\alpha^2 > 0$  oraz  $\alpha^2 + 4\alpha + 6 = (\alpha + 2)^2 + 2 > 0$ , zatem zawsze mamy dwa rozwiązania. Jest to oczywiste, ponieważ są to  $r_p$  oraz  $r_a$  — jedynie w tych punktach wektory pędu i promienia wodzącego ciała są prostopadłe. W ogólności mamy

$$r_p = \frac{(\alpha + 1)^2 \pm \alpha \sqrt{(\alpha + 2)^2 + 2}}{4\alpha + 1} R_0.$$

Interesuje nas jednak rozwiązanie mniejsze, ze znakiem minus. Wszystkie wielkości znajdujące się w tym równaniu są dodatnie, zatem mamy

$$\frac{(\alpha + 1)^2 - \alpha \sqrt{(\alpha + 2)^2 + 2}}{4\alpha + 1} \leq \frac{R_s}{R_0}.$$

Przyjmujemy wartość  $R_0 = 1,08206 \cdot 10^{11}$  m (aktualna wartość promienia orbity Wenus) oraz bierzemy promień Słońca  $R_s = 6,955 \cdot 10^8$  m. Znajdziemy wartość  $\alpha$ , dla której  $r_p = R_s$ , metodą iteracji. Mamy  $R_s/R_0 = 0,006428$ , a iteracja ma przebieg  $\alpha_{n+1} = f(\alpha_n)$ :

$$\alpha_{n+1} = \frac{(\alpha_n + 1)^2 - \alpha_n \sqrt{(\alpha_n + 2)^2 + 2}}{4 \cdot 0,006428} - \frac{1}{4}.$$

Wartość początkowa  $\alpha_0 = 1$ . Dalej,  $\alpha_1 = 26,33$ ,  $\alpha_2 = 2,52$ ,  $\alpha_3 = 17,47$ ,  $\alpha_4 = 3,79$ ,  $\alpha_5 = 13,55$ ,  $\alpha_6 = 4,82$ ,  $\alpha_7 = 11,45$ ,  $\alpha_8 = 5,62$ ,  $\alpha_9 = 10,20$ ,  $\alpha_{10} = 6,23$ ,  $\alpha_{11} = 9,42$ ,  $\alpha_{12} = 6,68$ ,  $\alpha_{13} = 8,91$ ,  $\alpha_{14} = 7,01$ ,  $\alpha_{15} = 8,57$ ,  $\alpha_{16} = 7,25$ ,  $\alpha_{17} = 8,34$ . Biorąc średnią arytmetyczną dwóch ostatnich wyników, w przybliżeniu  $\alpha_n \rightarrow 7,8$ . Weźmy teraz  $\alpha_{18} = 7,800$ . Wtedy  $\alpha_{19} = 7,847$ ,  $\alpha_{20} = 7,808$ ,  $\alpha_{21} = 7,840$ ,  $\alpha_{22} = 7,813$ ,  $\alpha_{23} = 7,836$ . Przyjmujemy wynik jako średnią arytmetyczną  $\alpha_{22}$  i  $\alpha_{23}$ , mamy  $\alpha_c = 7,825$ .

(14.8)

Procentowa zmiana prędkości

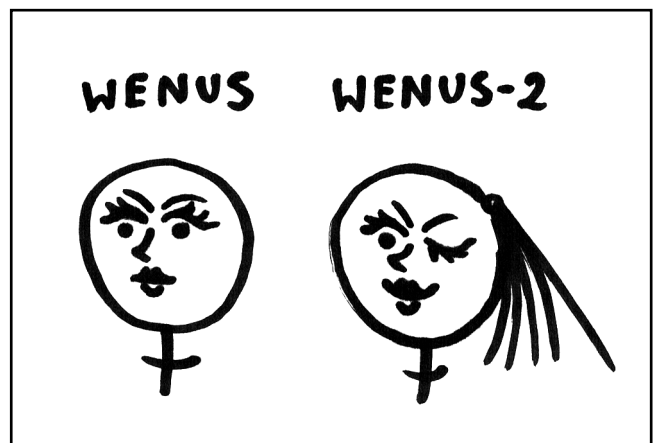
$$\delta v = \frac{v_2 - v_0}{v_0} = \frac{\sqrt{2\alpha_c^2 + 1}}{\alpha_c + 1} - 1 = 25,91\%.$$

Zmiana kierunku wektora prędkości

$$\delta\theta = \beta = \sin^{-1} \left( \frac{\sqrt{2\alpha_c}}{\sqrt{2\alpha_c^2 + 1}} \right) = 84,84^\circ.$$

 **Aleksander Waczyński**

Autor rozwiązania jest srebrnym medalistą XIV Międzynarodowej Olimpiady Astronomiczno-Astronautycznej z 2021 r. oraz laureatem krajowej Olimpiady Astronomicznej z tego roku.

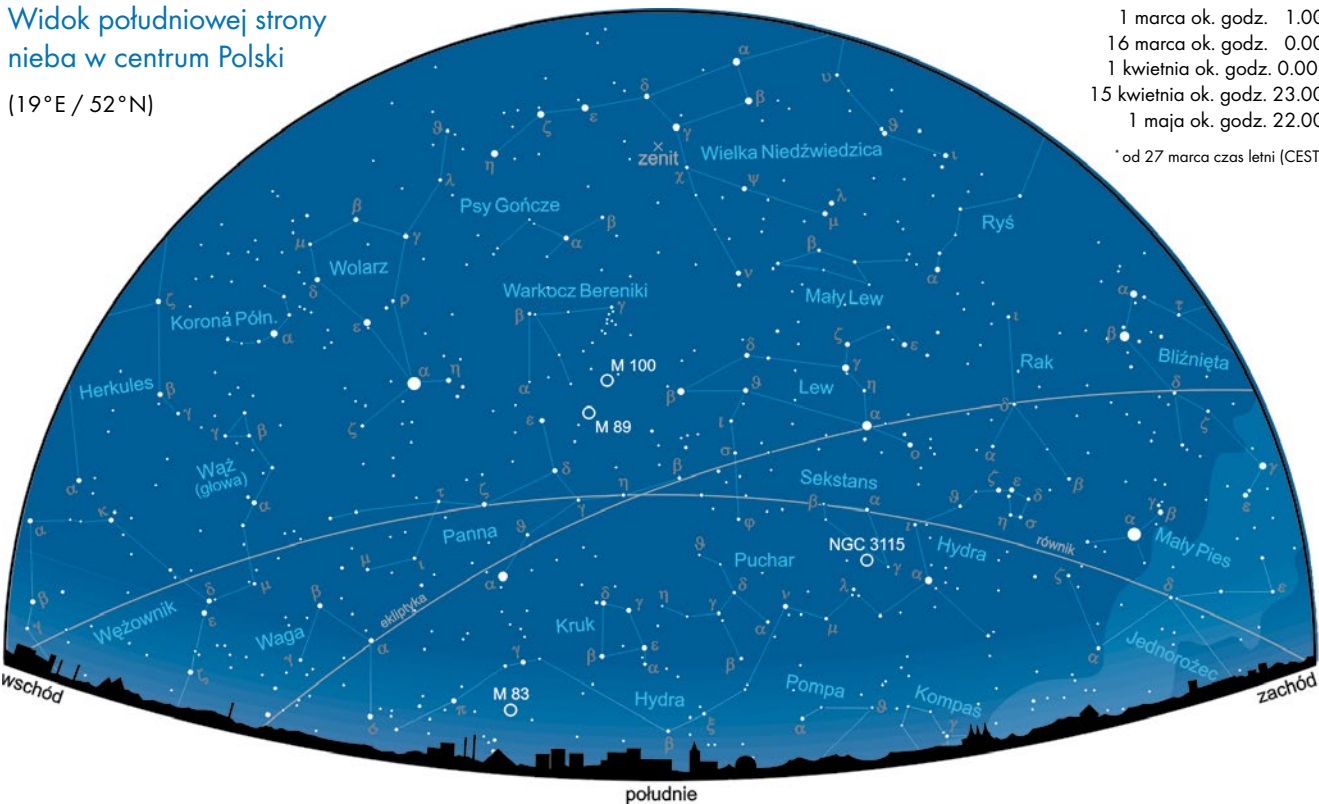


Rys. J. Drajtkowski

# Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)



1 marca ok. godz. 1.00  
 16 marca ok. godz. 0.00  
 1 kwietnia ok. godz. 0.00\*  
 15 kwietnia ok. godz. 23.00  
 1 maja ok. godz. 22.00  
 \*od 27 marca czas letni (CEST)

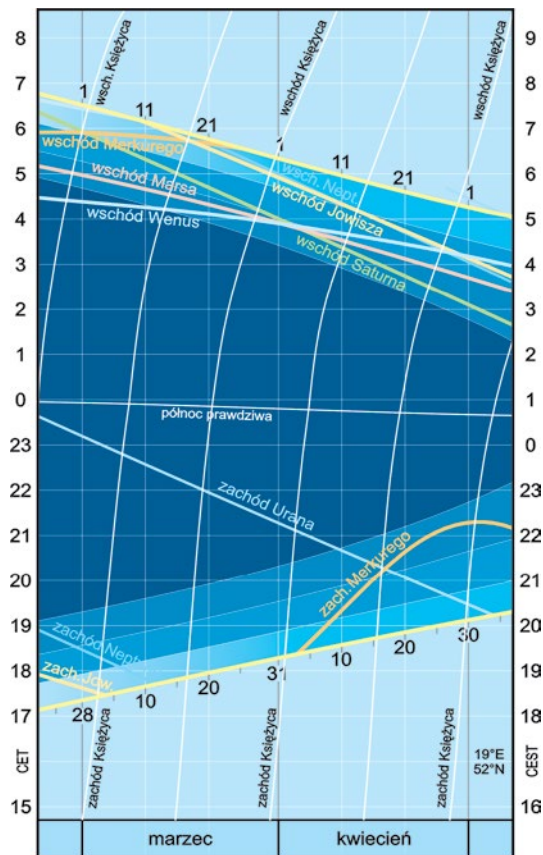
## NIEBO W MARCU I KWIECIU 2022 R.

W sumie 61 dni marca i kwietnia, czas przełomu zimy i wiosny, to okres najszybszego w roku wydłużania się dni i skracania nocy. Przez pół roku, od wiosennej równonocy, w tym roku przypadającej 20 marca o godz. 16.33, do wrześniowego jesiennej równonocy, nocą z 22 na 23 września, dni będą dłuższe od nocy. Różnice te, największe w czasie letniego przesilenia, zależą od szerokości geograficznej i na terenie Polski już z końcem kwietnia sięgają 5 h 06 min na krańcach południowych, a na północnych nawet 6 h 20 min. Przez cały marzec i kwiecień dnia przybywa od 3 h 33 min na południu do 4 h 22 min na najdalej na północ wysuniętych krańcach Polski.

Krótko po zmierzchu, nisko ponad północno-zachodnim horyzontem błyszczą Wega i Deneb, dwa najwyższe wierzchołki Trójkąta Letniego. Na zachodzie 14–34 stopni ponad horyzont wznoszą się jeszcze cztery gwiazdy Jesiennego Kwadratu Pegaza, a na południu, 60° ponad horyzontem, góruje pierwsza zimowa konstelacja Byka. Godzinę później Zimowy Sześciokąt, wytyczony przez najjaśniejsze gwiazdy Byka, Woźnicy, Bliźniat, Małego i Wielkiego Psa oraz Oriona, wznoszą się dumnie na 20–82 stopni ponad południowy horyzont.

Około północy Zimowy Sześciokąt zaczyna jednak kryć się pod horyzontem na południowym zachodzie, a wraz z nim Zimowy Trójkąt wyróżniających się na jego tle bardzo jasnych gwiazd: Procyona z Małego Psa, Syriusza z Wielkiego Psa i Betelgezy z Oriona. Wtedy na wschodzie, 30° ponad horyzontem, błyszczą już Arktur z gwiazdozbioru Wolarza, nazywany wręcz Gwiazdą Wiosenną, który wraz z nieco słabszymi Regulesem z Lwa i Spiką z Panny wytycza wierzchołki widocznego już w komplecie na południowym wschodzie Trójkąta Wiosennego.

Druga połowa wczesnomarcowych nocy należy już do wiosennych konstelacji. Trzy godziny przed świtem, na wschodzie, błyszczą już ponownie, tym razem w komplecie, Trójkąt Letni — wraz z najniższym wierzchołkiem, Alta-



Wschody i zachody Słońca, Księżycy i planet



Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY TOMASZA ŚCIEŻORA

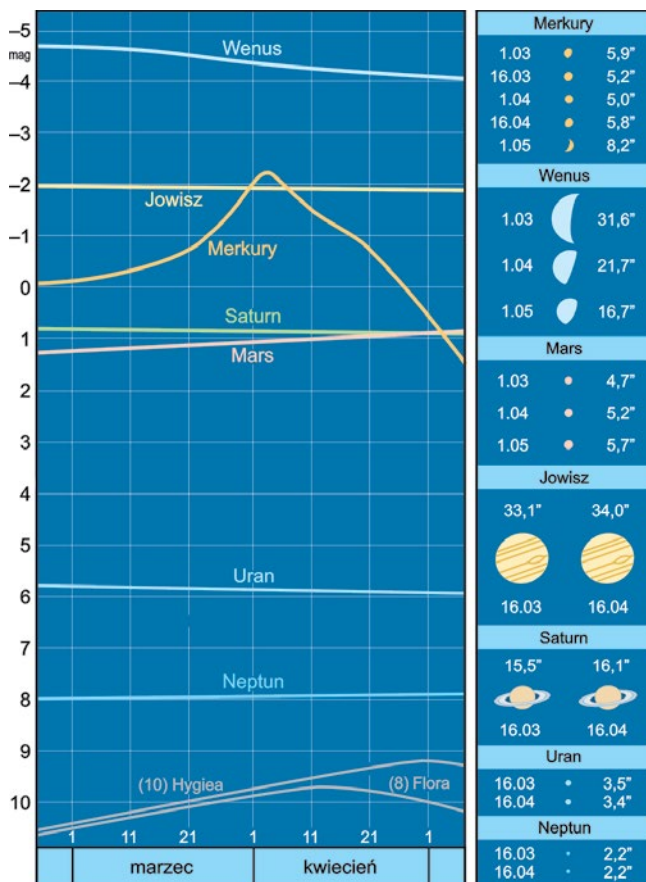
<https://www.urania.edu.pl/almanach>

irem z gwiazdozbioru Orła, zaś krótko przed świtem, tym razem nad wschodnim horyzontem, ponownie dostrzeżemy Jesienny Kwadrat Pegaza.

W miarę jak noce stają się coraz krótsze, gwiazdna scenografia się kurczy. Pod koniec kwietnia, już godzinę po zmierzchu, Wielki Pies i Orion jako pierwsze konstelacje Zimowego Sześciokąta zaczynają kryć się pod horyzont, a południową stroną nieba władają wiosenne gwiazdozbiory Hydry, Lwa, Wolarza i Panny. Krótko przed świtem górują pierwsze, niewyróżniające się zbytnio jasnością, lecz obszerne letnie konstelacje Wężownika i Herkulesa, a pierwsza i najjaśniejsza w Trójkącie Letnim Wega z Lutni sięga niemal zenitu.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarzyka pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie marcowych i kwietniowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżycy i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarzyka, w części „Spójrz na niebo”. Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Wszystkie momenty podano w obowiązującym aktualnie czasie: do 26 marca w czasie środkowoeuropejskim (CET), a od 27 marca w czasie środkowoeuropejskim letnim (CEST).



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

## Ważniejsze wydarzenia marca i kwietnia 2022 r.

### marzec

- 1 3.01 koniunkcja 4% Księżycy 4,1°S z 0,8<sup>m</sup> Saturnem
- 2 17.33 koniunkcja -0,1<sup>m</sup> Merkurego 0,7°S z 0,8<sup>m</sup> Saturnem
- 2 18.35 now Księżycy
- 2 22.24 koniunkcja Księżycy w nowiu 3,8°S z -2,0<sup>m</sup> Jowiszem
- 3 12.37 koniunkcja 0,9% Księżycy 3,4°S z 8,0<sup>m</sup> Neptunem
- 5 15.07 koniunkcja Jowisza ze Słońcem (1,0°S)
- 6 8.08 koniunkcja -4,7<sup>m</sup> Wenus 4,5°N z 1,2<sup>m</sup> Marsem
- 7 7.38 bliska koniunkcja 21% Księżycy 0,8°S z 5,8<sup>m</sup> Uranem
- 8 9.21 Księżyc w węźle wstępującym,  $\lambda = 54^{\circ}50'$
- 10 11.45 pierwsza kwadra Księżycy
- 11 0.04 apogeum Księżycy, 404 274,5 km od Ziemi
- 12 1.14 maksymalna deklinacja Księżycy,  $\delta = +26^{\circ}41'$
- 12 14.31 Słońce wkracza do gwiazdozbioru Ryb
- 13 12.43 koniunkcja Neptuna ze Słońcem (1,1°S)
- 18 8.18 pełnia Księżycy
- 20 16.33 Słońce wstępuje w znak Barana;  $\lambda = 0^{\circ}$
- 20 22.34 maksymalna elongacja Wenus, 46,6°W od Słońca
- 21 7.06 koniunkcja -0,8<sup>m</sup> Merkurego 1,2°S z -2,0<sup>m</sup> Jowiszem
- 22 9.12 Księżyc w węźle zstępującym,  $\lambda = 233^{\circ}40'$
- 23 18.43 koniunkcja -0,9<sup>m</sup> Merkurego 0,9°S z 8,0<sup>m</sup> Neptunem
- 24 0.37 perygeum Księżycy, 369 786,1 km od Ziemi
- 25 6.37 ostatnia kwadra Księżycy
- 25 12.53 maksymalna deklinacja Księżycy,  $\delta = -26^{\circ}47'$
- 28 7.08 koniunkcja 19% Księżycy 3,9°S z 1,1<sup>m</sup> Marsem
- 28 15.48 koniunkcja 16% Księżycy 6,3°S z -4,4<sup>m</sup> Wenus
- 28 16.11 koniunkcja 18% Księżycy 4,2°S z 0,9<sup>m</sup> Saturnem
- 28 21.28 koniunkcja -4,4<sup>m</sup> Wenus 2,1°N z 0,9<sup>m</sup> Saturnem
- 30 20.38 koniunkcja 3% Księżycy 4,0°S z -2,0<sup>m</sup> Jowiszem
- 31 0.18 koniunkcja 2% Księżycy 4,0°S z 8,0<sup>m</sup> Neptunem

### kwiecień

- 1 8.24 now Księżycy
- 1 4.34 koniunkcja Księżycy w nowiu 2,3°S z -1,9<sup>m</sup> Merkurem
- 3 1.11 koniunkcja górna Merkurego ze Słońcem (1,0°S)
- 3 19.47 bliska koniunkcja 6% Księżycy 0,5°S z 5,9<sup>m</sup> Uranem
- 4 15.05 Księżyc w węźle wstępującym,  $\lambda = 52^{\circ}56'$
- 5 3.52 koniunkcja 1,0<sup>m</sup> Marsa 0,3°S z 0,9<sup>m</sup> Saturnem
- 7 21.11 apogeum Księżycy, 404 444,6 km od Ziemi
- 8 10.15 maksymalna deklinacja Księżycy,  $\delta = +26^{\circ}53'$
- 9 8.48 pierwsza kwadra Księżycy
- 12 13.38 opozycja planetoidy (8) Flora, 1,54 au od Ziemi
- 12 16.40 bliska koniunkcja -2,1<sup>m</sup> Jowisza 6°N z 8,0<sup>m</sup> Neptunem
- 16 20.55 pełnia Księżycy
- 18 6.51 koniunkcja -1,0<sup>m</sup> Merkurego 2,0°N z 5,9<sup>m</sup> Uranem
- 18 16.07 Księżyc w węźle zstępującym,  $\lambda = 232^{\circ}39'$
- 19 3.33 Słońce wkracza do gwiazdozbioru Barana
- 19 17.14 perygeum Księżycy, 365 149,3 km od Ziemi
- 20 4.24 Słońce wstępuje w znak Byka;  $\lambda = 30^{\circ}$
- 21 19.38 maksymalna deklinacja Księżycy,  $\delta = -26^{\circ}56'$
- 22 - maks. aktywności roju meteorów Kwadrantydy (ZHR = 18)
- 23 13.56 ostatnia kwadra Księżycy
- 25 1.33 koniunkcja 34% Księżycy 4,3°S z 0,9<sup>m</sup> Saturnem
- 26 2.51 koniunkcja 23% Księżycy 3,6°S z 0,9<sup>m</sup> Marsem
- 27 6.50 koniunkcja 14% Księżycy 3,4°S z -4,2<sup>m</sup> Wenus
- 27 8.02 koniunkcja 12% Księżycy 3,4°S z 7,9<sup>m</sup> Neptunem
- 27 13.07 koniunkcja 15% Księżycy 3,3°S z -2,1<sup>m</sup> Jowiszem
- 27 21.11 b. bliska koniunkcja -4,2<sup>m</sup> Wenus 0,42°S z 7,9<sup>m</sup> Neptunem
- 29 4.35 maksymalna elongacja Merkurego, 20,6°E od Słońca
- 29 4.36 opozycja planetoidy (10) Hygiea, 1,80 au od Ziemi
- 30 22.38 now Księżycy
- 30 23.13 bliska koniunkcja -4,1<sup>m</sup> Wenus 0,2°S z -2,1<sup>m</sup> Jowiszem

## SŁOŃCE

Marzec i kwiecień to, nie tylko w naszych szerokościach geograficznych, okres przełomowy pod względem długości dnia i nocy. Wraz z osiągnięciem przez Słońce punktu wiosennej równonocy, czyli punktu Barana, w naszych czasach usytuowanego w południowo-zachodnim krańcu gwiazdozbioru Ryb, kilka stopni od granicy z Wodnikiem i Wielorybem, czas trwania dnia zaczyna dominować nad długością nocy. Jest to wprost skutkiem wędrówki Słońca przez coraz wyżej wznoszące się odcinki ekliptyki, czyli pozornej jego drogi na tle gwiazd, co wyraża się zwiększaniem z dnia na dzień deklinacji naszej dziennej gwiazdy. Na przestrzeni marca i kwietnia ta współrzędna Słońca ulega zwiększeniu z  $-7^{\circ}41'$  do  $+14^{\circ}59'$ .

Początek marcowej wędrówki Słońca wypada mniej więcej w połowie odcinka ekliptyki przebiegającego przez konstelację Wodnika,  $1,6^{\circ}$  na zachód od  $3,7^m$  gwiazdy  $\lambda$  Aquarii, by do końca kwietnia dotrzeć niemal do centrum Barana,  $0,4^{\circ}$  na zachód od  $6,0^m$  gwiazdy 19 Arietis. Podczas gdy Ziemia, oddalając się od peryhelium swej okołosłonecznej orbity, stopniowo zmniejsza swą orbitalną prędkość, coraz mniejsza staje się również prędkość pozornego ruchu Słońca na niebie, od początku marca do końca kwietnia malejąca z 1,005 do 0,972 stopni na dobę.

## KSIĘŻYC

Swą marcową wędrówkę na tle gwiazd, niespełna 2 doby przed nowiem, z tarczą oświetloną już zaledwie w 4,3%, Księżyc rozpoczyna w południowo-wschodniej części konstelacji Koziorożca,  $1,5^{\circ}$  na północ od  $3,7^m$  gwiazdy dzeta Capricorni, by po dokonaniu blisko 2,2 obiegów całego nieba i przebyciu łącznie  $804,5^{\circ}$  drogi na tle gwiazd, w końcu kwietnia, 1,5 h przed nowiem dotrzeć, podobnie jak Słońce, do centrum swej trasy na tle gwiazdozbioru Barana.

Tym razem w trakcie swojej dwumiesięcznej wędrówki po niebie Księżyc 16-krotnie znajdzie się w koniunkcji z napotkanymi planetami, przy czym trzykrotnie z Jowiszem, Saturnem i Neptunem, ale tylko raz z Merkurem, szybko poruszającym się pomiędzy dwiema pierwszymi w tym roku jego pętłami. Najbliższymi spośród tych spotkań Księżyca z planetami będą tym razem koniunkcje z Uranem, 7 marca na niespełna  $1^{\circ}$  i 3 kwietnia na  $0,5^{\circ}$ . W omawianym okresie nie odnotujemy więc w naszych szerokościach geograficznych zakryć żadnej z planet, ale również widocznych nocą zakryć jaśniejszych gwiazd przez Księżyc.

## PLANETY I PLANETOIDY

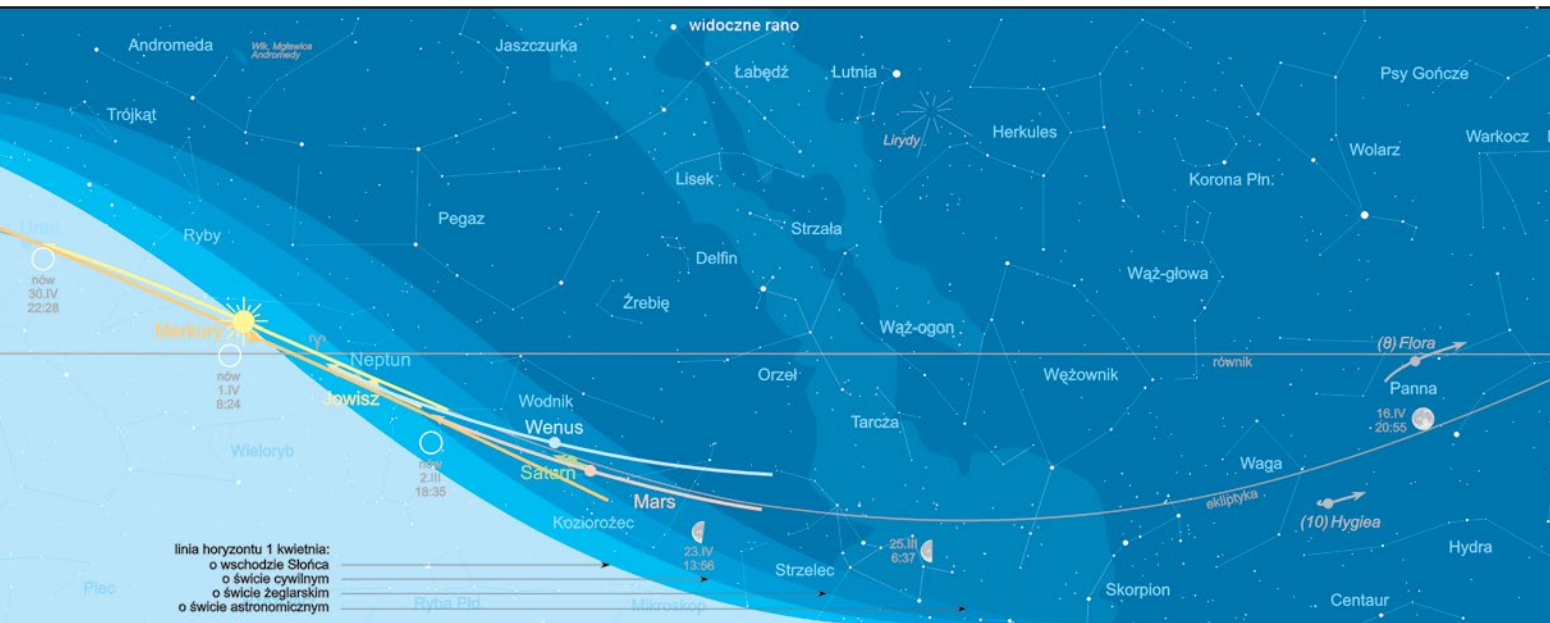
Po styczniowo-lutowym rozkładzie na niebie planet skupionych w pobliżu Słońca w dwóch grupach — wieczornej i porannej, w kolejnych dwóch miesiącach sytuacja ta dość wyraźnie zmienia się, głównie na korzyść widoczności porannej.

Kończąc w pierwszej połowie marca pierwszy w tym roku okres porannej widoczności, jasny Merkury w całej okazałości pojawia się na wieczornym niebie już około 10 kwietnia, z najdłuższym okresem widoczności do 2 h 10 min po zachodzie Słońca, na przełomie kwietnia i maja. Zakończywszy z początkiem lutego kreślenie pierwszej w tym roku planetarnej pętli na pograniczu gwiazdozbiorów Strzelca i Koziorożca, w ciągu marca i kwietnia szybko poruszając się ruchem prostym, Merkury pokonuje dystans  $105^{\circ}$ , aż do zachodnich rejonów Byka, by z końcem kwietnia, wciąż jasny, ale już 4-krotnie ciemniejszy niż z początkiem marca, przewędrować  $1,5^{\circ}$  poniżej centrum słynnej otwartej gromady gwiazd Plejady. Po drodze Merkury napotka 4 inne planety, kolejno Saturna, Jowisza, Neptuna i Urana, najbliższą koniunkcję osiągając 2 marca z Saturnem.

Wenus, niemal od początku roku dostrzegalna jedynie na porannym niebie, po najdłuższym w tym roku okresie widoczności, do około 2 h 10 min przed wschodem Słońca w połowie lutego, ponownie skraca czas swej widoczności, do 1 h 5 min pod koniec kwietnia. W tym czasie również znacznie, z  $-4,7$  do  $-4,1$  mag, maleje jasność Wenus. Podczas swej marcowo-kwietniowej wędrówki po niebie Wenus pokonuje dystans  $63^{\circ}$ , od północno-wschodnich rejonów konstelacji Strzelca, do południowo-zachodniego krańca Ryb, gdzie 3 kwadrans przed końcem miesiąca w odległości  $0,2^{\circ}$  mija Jowisza. Trzy doby wcześniej, 27 kwietnia o godz. 21.11, niezwykle blisko, w odległości zaledwie  $0,42'$  mija na niebie Neptuna.

Mars, już od połowy października ub. roku goszczący na porannym niebie, przez cały marzec i kwiecień wschodzi  $1,5$  h przed Słońcem, dopiero w kolejnych miesiącach stopniowo wydłużając czas swej widoczności. Podobnie jak Wenus, rozpoczyna swą wędrówkę blisko wschodniej granicy konstelacji Strzelca, by pokonawszy  $45^{\circ}$  swej trasy na tle gwiazd, dotrzeć do wschodnich rejonów Wodnika,  $9^{\circ}$  od granicy z Rybami, nocą z 4 na 5 kwietnia, mijając w odległości  $0,3^{\circ}$  Saturna.

Saturna od pierwszych dni marca, a Jowisza od początku kwietnia obserwować możemy również na porannym niebie, obydwie planety





z każdym jednak dniem wschodzą około 3,5 minuty wcześniej, z końcem kwietnia już odpowiednio o 3.12 i 4.11. Saturn przez cały ten czas pokonuje  $5,5^\circ$  we wschodniej części Koziorożca, Jowisz  $14^\circ$  na pograniczu Wodnika i Ryb.

Jedyną planetą z początkiem marca widoczną jeszcze przez niemal całą pierwszą połowę nocy, jednak z końcem kwietnia również znikającą o zmierzchu z wieczornego nieba, jest Uran, w omawianym okresie pokonujący trasę  $3,0^\circ$ . Neptuna, z racji najmniejszej spośród planet jasności, trudno będzie zaobserwować zarówno z początkiem marca, gdy zachodzić będzie podczas zmierzchu żeglarskiego, jak również pod koniec kwietnia, wschodzącego w czasie żeglarskiego świtu. W przeciągu tych 2 miesięcy najdalsza planeta Układu Słonecznego pokonuje na tle gwiazd trasę zaledwie  $2,1^\circ$ , kończąc ją na granicy Wodnika i Ryb.

W omawianym okresie brak opozycji szczególnie jasnych planetoid. Jedynymi osiągniętymi jasność większą od 10 magnitudo są odkryte w połowie XIX w.: (8) Flora o jasności  $9,7^m$  podczas opozycji 12 kwietnia w centrum gwiazdozbioru Panny oraz (10) Hygiea, 29 kwietnia świecąca z jasnością  $9,2^m$  na pograniczu Panny i Wagi.

## KOMETY

Odkryta 26 lipca ub. roku, w ramach działającego od 2010 r. programu systematycznej ciągłej obserwacji nieba Pan-STARRS, długookresowa kometa o symbolu C/2021 O3 (PanSTARRS), 21 kwietnia osiąga peryhelium swej orbity, zbliżając się na  $0,287$  au do Słońca. Spodziewana wtedy jasność przybywającej z Obłoku Oorta komety powinna mieścić się w granicach pomiędzy 5 a 7 mag. Jednak, jak już ostatnio niejednokrotnie zdarzało się podczas zbliżania do Słońca, zachowanie się komety może wówczas zaskoczyć.

W okresie od początku marca do połowy kwietnia kometa Pan-STARRS wędruje po niebie pomiędzy gwiazdozbiorami Ryb i Wieloryba, zwiększając swą jasność z 12–13 do 8–9 mag. Podczas peryhelium znajdować się będzie w północno-wschodniej części Wieloryba, praktycznie niewidoczna w poświacie bliskiego Słońca. Przemierzając się dalej na północ pomiędzy Baranem a Bykiem, podczas największego zbliżenia do Ziemi, 8 maja, z przewidywaną jasnością około 7 mag, goszcząca w południowej części Perseusza, kometa będzie dostępna dla obserwacji nawet przez całą noc.

## ROJE METEORÓW

Jedynym efektywniejszym rojem meteorów w omawianych miesiącach są kwietniowe Lirydy. Znane od co najmniej 4 tys. lat, związane są z odkrytą w 1861 r. długookresową kometa C/1861 G1 (Thatcher), powracającą w okolice Słońca co 415 lat. Obserwowane pomiędzy 16 a 25 kwietnia, niezbyt obfite obecnie maksimum swej aktywności Lirydy wykazują 21 lub 22 kwietnia, kiedy zwłaszcza po północy jest szansa dostrzeżenia w każdej godzinie do około 18 dość szybkich meteorów, pozornie wybiegających z radiantu usytuowanego na pograniczu Lutni i Herkulesa.

## GWIAZDY ZMIENNE

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przedstawicieli trzech typów gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol ( $\beta$  Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8673 doby i zakresie zmian jasności od  $2,1^m$  do  $3,4^m$ . Tabela zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

marzec				kwiecień	
4,	5.59	12,	20.26	1,	23.10
7,	2.48	27,	4.31	19,	4.07
9,	23.37	30,	2.20	21,	0.56
				24,	21.45

Cefeida klasyczna ( $\delta$  Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od  $3,5^m$  do  $4,4^m$ . Tabela podaje momenty maksimów jasności:

marzec		kwiecień	
10,	23.50	6,	20.41
27,	3.08	12,	5.27
		22,	22.59

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd:

marzec		kwiecień	
2,	V Mon $7,0^m$	16,	chi Cyg $5,2^m$
16,	R Gem $7,1^m$		
16,	SS Vir $6,8^m$		

 Jan Desselberger



## WIOSENNE GALAKTYKI

**M**imo coraz krótszych nocy, w marcu i kwietniu wciąż mamy dostatecznie dużo czasu, by obserwować szeroki obszar nocnego nieba. W naszym comiesięcznym przeglądzie ciekawych obiektów astronomicznych, spisanych głównie w słynnym XVIII-wiecznym Katalogu Messiera oraz o około stu lat późniejszym New General Catalogue (NGC), tym razem ograniczymy się wyłącznie do obiektów typowo wiosennych gwiazdozbiorów, z których dwa, te położone dalej na południe, w granicach lub w pobliżu największej pod względem obszaru konstelacji Hydry, dostępne są do obserwacji głównie właśnie w tej porze roku. Pozostałe dwa to usytuowane na pograniczu Panny i Warkoczka Bereniki obiekty Gromady Galaktyk w Pannie. Obserwacja żadnego z nich nie wymaga dużych teleskopów.



**Południowy Wiatraczek** (M 83, NGC 5236) — odkryta w 1752 r. przez francuskiego astronoma Nicolasa de Lacaille'a potężna galaktyka spiralna z poprzeczką, o średnicy 40 tys. lat św., której spiralną strukturę, przypominającą wiatraczek, łatwo dostrzec dzięki jej skierowaniu w naszą stronę płaszczyzną galaktycznego dysku. To galaktyka o szczególnie intensywnym procesie tworzenia gwiazd, jedna z najbliższych i najjaśniejszych galaktyk spiralnych nie należących do Lokalnej Grupy Galaktyk, zawierającej m.in. Naszą Galaktykę. Odległa od Słońca około 14,7 mln lat świetlnych, na naszym niebie ma kątowe rozmiary  $12,9' \times 11,5'$  i sumaryczną jasność 7,5 mag. Jest ona usytuowana w południowo-wschodnim krańcu konstelacji Hydry,  $7,9^\circ$  na południowy wschód od  $3,0^m$  gwiazdy  $\gamma$  Hydrae, tuż przy granicy z Centaurem. Do jej obserwacji wystarczy niewielki nawet amatorski teleskop lub dobra lornetka.

**NGC 3115** — usytuowana w pobliżu przeciwnej, północno-zachodniej części Hydry, w granicach gwiazdozbioru Sekstantu, galaktyka soczewkowata, odkryta w 1787 r. przez brytyjskiego astronoma niemieckiego pochodzenia Williama Herschela. Odległy od nas 32 mln lat św., obiekt ten na ziemskim



niebie ma kątowe rozmiary  $7,2' \times 2,4'$  i jasność 9,1 mag, zatem do jego obserwacji wystarczy może niewielki teleskop lub lornetka o średnicy obiektywu 50–60 mm, skierowana  $3,2^\circ$  na wschód od  $5,1^m$  gwiazdy  $\gamma$  Sextantis.

**M 89** (NGC 4552) — odkryta w 1781 r. przez Charlesa Messiera galaktyka eliptyczna o kątowych rozmiarach  $5,1' \times 4,7'$ , co wynika z jej ukierunkowania ku nam albo też sugeruje, że ma kształt zbliżony do kuli. Charakteryzuje się ona bardzo jasnym aktywnym jądrem. Należąca do Gromady Galaktyk w Pannie, galaktyka ta usytuowana jest w północnej części gwiazdozbioru Panny, zaledwie  $0,7^\circ$  od granicy z Warkoczem Bereniki, niestety w gęszczu innych galaktyk gromady. W jej odnalezieniu może być pomocna  $5,1^m$  gwiazda 6 Com w Warkoczku Bereniki — galaktyka znajduje się  $5,3^\circ$  na południowy wschód od niej. Z racji jasności 9,8 mag dostrzeżenie jej wymaga użycia amatorskiego teleskopu lub lornetki o aperturze przynajmniej 60 mm.



**M 100** (NGC 4321) — należąca również do Gromady Galaktyk w Pannie, jedna z najjaśniejszych w jej składzie, odkryta w 1781 r. przez współpracownika Messiera, Pierre'a Méchaina, efektowna galaktyka spiralna, skierowana ku nam jednym ze swych biegunów. Obiekt o rzeczywistej średnicy 120 tys. lat św., z odległości 56 mln lat św., ma na naszym niebie kątowe rozmiary  $7' \times 6'$  i sumaryczną jasność 9,4<sup>m</sup>. Korzystając z tej samej, co poprzednio gwiazdy 6 Com — galaktykę możemy odnaleźć  $1,9^\circ$  na północny wschód od niej. Dostrzeżemy ją również przez niewielki nawet teleskop lub dobrą lornetkę.

 **Jan Desselberger**



# Niepołomice muzycznie

Ostatni weekend stycznia miałem okazję spędzić w Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym w Niepołomicach. Celem wyjazdu był udział w X Warsztatach Astrofotografii. Pogoda, niestety, zawiodła, ale organizatorzy zadbali o możliwość praktycznych ćwiczeń „na sucho”. Była więc okazja przetestować różne teleskopy na długim korytarzu, gdzie na jednym końcu umieściłem tarcze strzelnicze, które akurat były w bagażniku, a kolega Grzegorz zawiesił miarkę metrową, pozwalającą precyzyjnie określać pole widzenia instrumentów. Ustawianie montażi paralaktycznych na Gwiazdę Polarną od biedy można było przećwiczyć pod kopułą planetarium. Komputerową obróbkę materiałów fotograficznych ćwiczyliśmy na tym, co wcześniej zebrali prowadzący. Były, oczywiście, liczne i bardzo treściwe wykłady, prelekcje. Najważniejsza przy takich spotkaniach jest jednak bezpośrednia możliwość wymiany myśli oraz doświadczeń i tego nie zastąpi żadna zdalna sesja.

Wyjechałem z Niepołomic syty pozytywnych wrażeń, nowych znajomości, wiedzy i umiejętności. Nie zabrakło też wrażeń muzycznych. Pięknie było spędzić czas w tamtejszym planetarium

z możliwością samodzielnego sterowania aparaturą projekcyjną i dobierania muzyki z dostępnego katalogu nagrań. Zostałem także obdarowany płytą CD „Konstelacja MOA” z muzyką Przemka Rudziana stworzoną na okazję otwarcia odnowionej siedziby Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego im. Kazimierza Kordylewskiego. Przebudowa i rozbudowa placówki trwała dwa lata, a efekt robi naprawdę dobre wrażenie. A muzyka kolegi Przemysława? No cóż. Smakowicie brzmią początki kompozycji zawartych na srebrnym krążku, tętnące świeżym powiewem puszczańskiego powietrza, natomiast im dalej, tym bardziej sztafepow, czyli typowe rudziowe syntezatorowe granie, do jakiego przyzwyczał nas autor mający na swoim koncie dziesiątki płytowych wydawnictw. Mimo wszystko jest to zbiór nagrań, których szczególnie dobrze powinno słuchać się pod rozgwieżdżonym niebem, a tego akurat zabrakło.

Jacek Drażkowski

PS Nagrań z płyty „Konstelacja MOA” można posłuchać w internecie: <https://przemyslawrudz.bandcamp.com/album/constellation-moa>

PS2. Relację z warsztatów można przeczytać w tym numerze *Uranii* na s. 57.



## Konkurs na fotki z Uranią



Kontynuujemy prezentację zdjęć przysyłanych do redakcji w ramach naszego konkursu. Tym razem *Urania* blisko – w domowych pieleszach, i daleko – za oceanem. Zapraszamy do przysyłania nowych zdjęć – najciekawsze pokażemy tutaj, a autorów nagrodzimy uranijnymi gadżetami.

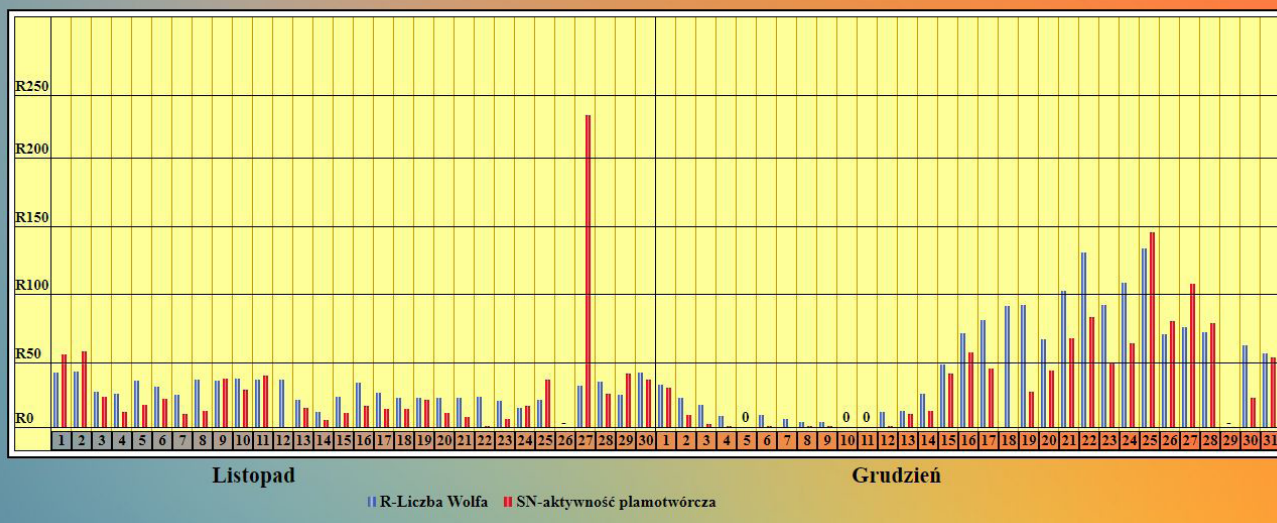


Od młodych prenumeratorów *Uranii*, Klary i Fryderyka Sumelka, otrzymaliśmy zdjęcie ich pieska, który wabi się Proton. Tak przy okazji – czy ktoś z naszych Czytelników ma psa o imieniu Syriusz lub Procion?

Dr Aleksandra Hamanowicz z najnowszej *Uranii*. Jeszcze dekadę temu laureatka Olimpiady Astronomicznej, potem

kilka lat w redakcji *Uranii* i na studiach w Warszawie. Dziś w „jaskini lwa”, czyli w Space Science Institute w Baltimore. Właśnie w tym budynku znajdują się „joysticki” do sterowania Kosmicznym Teleskopem Jamesa Webba. Po co ten Teleskop? Odpowie Ci Ola wraz z Asią, Agatą i Łukaszem w 133 odcinku *Astronarium*: [www.youtube.com/astronariumPL](http://www.youtube.com/astronariumPL).





Opracowanie: Krzysztof Świąta

### Listopad 2021

Aktywność Słońca w listopadzie trzymała się na niskim poziomie. Średnia liczba Wolfa wygenerowana spośród raportów otrzymanych od ośmiu obserwatorów wyniosła  $R=28,47$ , a średni wskaźnik  $SN=31,98$ . Do jednej z najciekawszych grup tego miesiąca możemy zaliczyć grupę 2887, która wyemitowała silny rozbłysk klasy  $M 1,5$  połączony z wyrzutem koronalnym (CME). Zdjęcie Kamila Jurczyszyna zostało wykonane właśnie 1 listopada i widać na nim ów rozbłysk. Kolejny rozbłysk nastąpił dwa dni później z grupy 2891 i był skierowany w naszą planetę, a na dodatek był jeszcze silniejszy ( $M 1,7$ ). Po skumulowaniu się tych dwóch wyrzutów koronalnych mogliśmy również w Polsce podziwiać zorzę, gdyż silna burza magnetyczna przybrała kategorię G3. Ostatnią grupą, która się pojawiła w listopadzie, była pojedyncza grupa o numerze 2901.

#### Obserwatorzy:

1. Słowik Krzysztof	21
2. Jimenes Francisco	21
3. Zapata Antonio	13
4. Jadwiszczok Adam	11
5. Bańkowski Janusz	8
6. Mikołajczak Eugeniusz	7
7. Figiel Tadeusz	3
8. Gręda Kacper	1

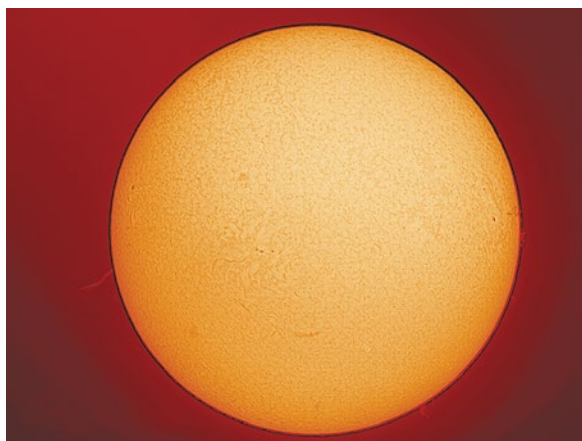
### Grudzień 2021

Początek grudnia zaczął się od słabej aktywności Słońca. Średnia z całego miesiąca wygenerowana z naszych obserwacji wyniosła  $R=44,79$ , a średni wskaźnik  $SN=34,76$ . Zwiększona aktywność rozpoczęła się od 15 do 25 grudnia, kiedy to liczba Wolfa wahała się pomiędzy  $R=90$  a  $R=130$ . Stało się tak za sprawą trzech grup: 2907, 2908 i 2909. W tej ostatniej zanotowano kilka rozbłysków klasy C. Około 25 grudnia na tarczy królowały dość obfite obszary aktywne za sprawą grup 2916 i 2918. Grupę 2916 widzimy na poniższym zdjęciu Janusza Bańkowskiego.

#### Obserwatorzy:

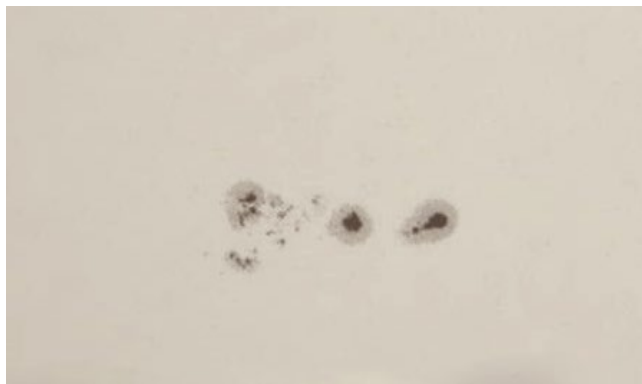
1. Słowik Krzysztof	21
2. Jimenes Francisco	20
3. Zapata Antonio	12
4. Mikołajczak Eugeniusz	10
5. Bańkowski Janusz	6
6. Jadwiszczok Adam	5
7. Raczyński Łukasz	2
8. Grupa Abelowa	2
9. Figiel Tadeusz	2
10. Gręda Kacper	1
11. Warchoń Kuba	1

Koordynator SOS PTMA Tadeusz Figiel



Fot. Kamil Jurczyszyn

Obraz Słońca z 1 listopada 2021 r. Opis w tekście



Fot. Janusz Bańkowski

Grupa plam słonecznych nr 2916 obserwowana 27 grudnia 2021 r.



# SOLAR SYSTEM VOYAGER — ZBUDUJ BAZĘ NA CERES!

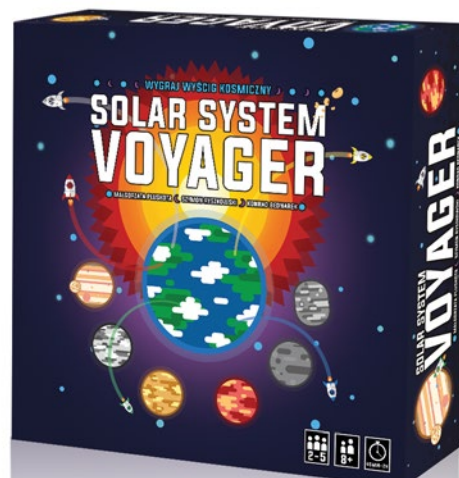
**T**rójka absolwentów Zespołu Szkół nr 6 w Jastrzębiu-Zdrój: Małgorzata Pluskota, Szymon Ryszkowski oraz Konrad Bednarek, stworzyła edukacyjną, kosmiczną grę planszową Solar System Voyager o prowadzeniu agencji kosmicznej i eksploracji Układu Słonecznego w nowym wyścigu kosmicznym.

Każdy z graczy wciela się w jedną z 5 agencji, a w swojej turze może wykonać dwie z 9 możliwych akcji, takich jak rozwój agencji na drzewku technologii, start rakiety, prowadzenie badań, stawianie budowli na obcych ciałach niebieskich czy sabotaż.

Planszą gry jest makieta Układu Słonecznego, składająca się z 5 ruchomych pierścieni. Na każdym pierścieniu znajdują się kolejne obiekty Układu Słonecznego, pierścienie zaś są podzielone na takie liczby pól, by obracając każdy z pierścieni o 1 pole na rundę, były zachowane prędkości planet oraz rakiet na orbitach wokół Słońca! To znaczy, że ze względu na różne odległości od Słońca, Wenus okrąży je w 3 rundy, w czasie gdy planeta karłowata Ceres i planetoida Westa w 16!

Gdy wszyscy gracze wykonają swój ruch, obracają każdy z pierścieni i położenie planet oraz rakiet zmienia się. Oznacza to, że gracze, by optymalizować swoje misje i nie tracić cennego czasu, muszą uczyć się przewidywać przyszłe położenie planet i planować starty kosmiczne, misje z wyprzedzeniem, jak prawdziwe agencje kosmiczne.

Gra otrzymała patronat Uranii i można ją już kupić w naszym sklepie internetowym!



## Wydawnictwo plakatowe West Pomerania zaprasza do zapoznania się z serią plakatów o tematyce eksploracji kosmosu.

Wszystkie plakaty dostępne są na stronie [www.westpomerania.com](http://www.westpomerania.com) w zakładce "Podbój Kosmosu".



Aby badać efektywność tej reklamy oraz zyskać Państwa sympatię, z kodem rabatowym - URANIA15 - otrzymacie Państwo 15% rabatu na plakaty z powyższej serii.

Serdecznie pozdrawiamy i zapraszamy do naszego sklepu  
Zespół WestPomerania.com

WYDAWNICTWO  
**WEST POMERANIA**  
[www.WestPomerania.com](http://www.WestPomerania.com)

\*kod „URANIA15” aktywny będzie do 31 marca b.r.

**W** „Uranii-PA” nr 6/2021 zamieściliśmy logogryf, którego rozwiązaniem jest hasło TELESKOP JAMESA WEBBA. Nagrody otrzymują **Jan Acedański** z Katowic (książka), **Michał Grot** z Kłobucka (CD), **Krzysztof Słowik** z Krosna (puzzle) i **Małgorzata Strzebiecka** z Łodzi (parasol). Nagrody wysyłamy pocztą.

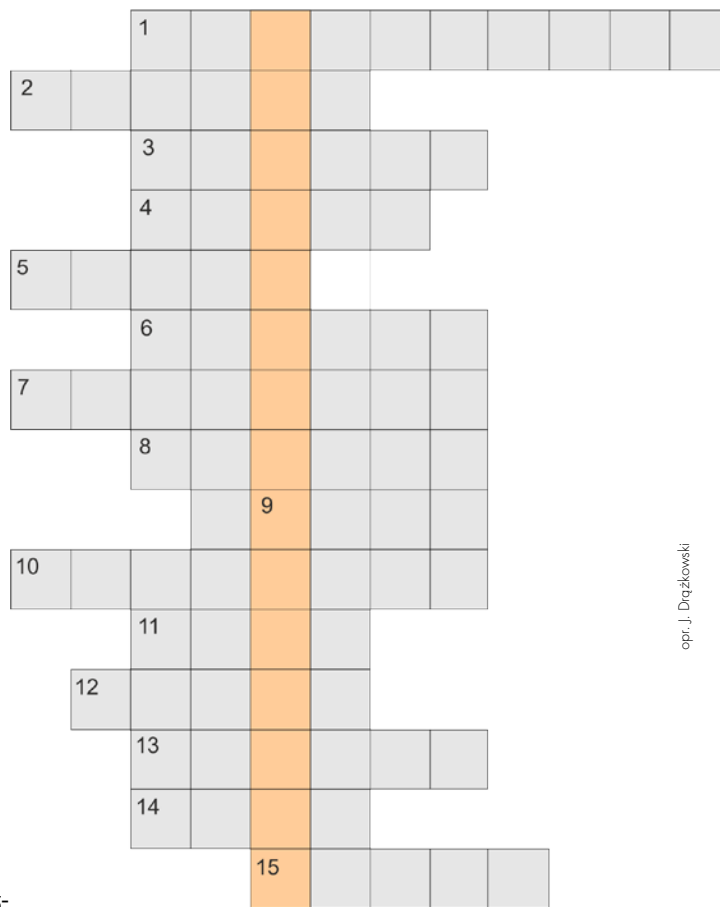
1. Autor zwycięskiego astropejzażu w konkursie Astrocamera 2021
2. Kosmodrom w Gujanie Francuskiej
3. Popularny rodzaj amatorskiego teleskopu zwierciadlanego
4. Jeden z obserwatorów wenusjańskiego księżycy
5. Księżyc Saturna odkryty w 2006 r.
6. Może być czerwony
7. Zaprasza do spaceru po Księżycu
8. Piękny obiekt mgławicowy
9. Miasto rozświetlone astronomicznym artefaktem z epoki brązu
10. Prawdziwa aktorka na ISS
11. Autor „Porwanego loku”
12. Imię znanego zięcia Johanna Keplera
13. Gwiazdozbiór wiosenny
14. Największy radioteleskop świata
15. Jeden z bohaterów szekspirowskiej „Burzy”

## NOWE NAGRODY!

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych krutek. Na rozwiązanie czekamy do końca marca 2022 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy trzy nagrody do wyboru z poniższego zestawu:

1. Książka „Kłopoty z Eureką. O co kłóć się fizycy” Jean-Pierre Lasota;
2. Kosmiczne puzzle 3D z łożkiem księżycowym;
3. Parasol Uranii i Astronarium z mapą nieba;
4. Płyta muzyczna CD ufundowana przez sklep [www.generator.pl](http://www.generator.pl)

Rozwiązania można przysyłać pocztą tradycyjną, mailowo na adres [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl), lub SMS-em na nr 600 663 640, podając hasło, nr nagrody, nazwisko i adres wysyłki. Podanie danych adresowych jest dobrowolne i konieczne do otrzymania nagrody.



opr. J. Dziątkowski

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii-PA” 6/2021:

1. Peptydowe, 2. Vandenberg, 3. Tylenda, 4. Supernowa, 5. Lustro, 6. Kraków, 7. Woda, 8. NIRSpec, 9. Jowisz, 10. Solaris, 11. Chimera, 12. Anemia, 13. Gassendi, 14. Libracyjne, 15. Prawa, 16. Bakterie, 17. Wróblewski, 18. Jabłonna, 19. Lekarz.

W poprzednim zeszycie „Uranii” zamiast słów kluczowych do rozwiązania logogryfu z numeru 5/2021 powtórzone były stare, z numeru 4/2021. Przepraszamy za pomyłkę.

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii-PA” 5/2021:

1. Procion, 2. Kanały, 3. Galaktyka, 4. Pył, 5. Gadomski, 6. Jowisz, 7. Atmosfera, 8. Meteority, 9. Tytan, 10. Głębocki, 11. Przybylski, 12. Egzoplaneta, 13. Roland, 14. Tartu, 15. Magneta, 16. Diamenty, 17. Planetożymal, 18. Fengyun.

*Dokończenie ze s. 55.*

obserwacjom tych samych gwiazd pod różnymi kątami na orbicie okołołonecznej Gaia była w stanie zbudować mapę 3D Ramienia Spiralnego Galaktyki z niespotykaną do czasów Gai dokładnością. Właśnie dzięki tej precyzji pomiarów wykryto subtelny efekt soczewkowania grawitacyjnego, modyfikujący położenie gwiazd, a dzięki niemu, z kolei, po raz pierwszy udało się odkryć obecność czarnych dziur w Ramieniu. Odkrycia te zapoczątkowały serię skoków technologicznych i cywili-

zacyjnych opartych o czarne dziury, jak na przykład odkurzacz kosmiczny czy transportery czasu.

100 lat po Gai metodą paralaksy oraz zjawisko soczewkowania grawitacyjnego do obserwacji Wszechświata będzie wykorzystywało otwierane właśnie SSAO. Obserwacje paralaksy na bazie odległości około 100 au dadzą oczekiwaną precyzję pomiarów na poziomie 1micro arcsec, SSAO będzie w stanie wyznaczać odległości do obiektów w odległościach około 100 Mpc. Możliwe stanie się również

wykrywanie czarnych dziur w sąsiedniej galaktyce w Andromedzie oraz innych galaktykach Grupy Lokalnej. Naukowcy oczekują pierwszych przełomowych wyników już w pierwszych miesiącach funkcjonowania SSAO.

Budowa Obserwatorium Astronomicznego Układu Słonecznego została sfinansowana dzięki funduszom pozyskanym przez Ziemijską Agencję Kosmiczną na Księżycu we współpracy z Pozaziemską Agencją Górniczą EMA (*Extraterrestrial Mining Agency*) ■



## ZATOKA TĘCZ (SINUS IRIDUM)

Czasem wygląda jak spadochron, czasem jak rozwarta paszcza rekina. Cassini widział tam białogłową z długim warkoczem, innym wydawało się, że dwugłowy smok gasi pragnienie nad brzegiem Morza Deszczów.

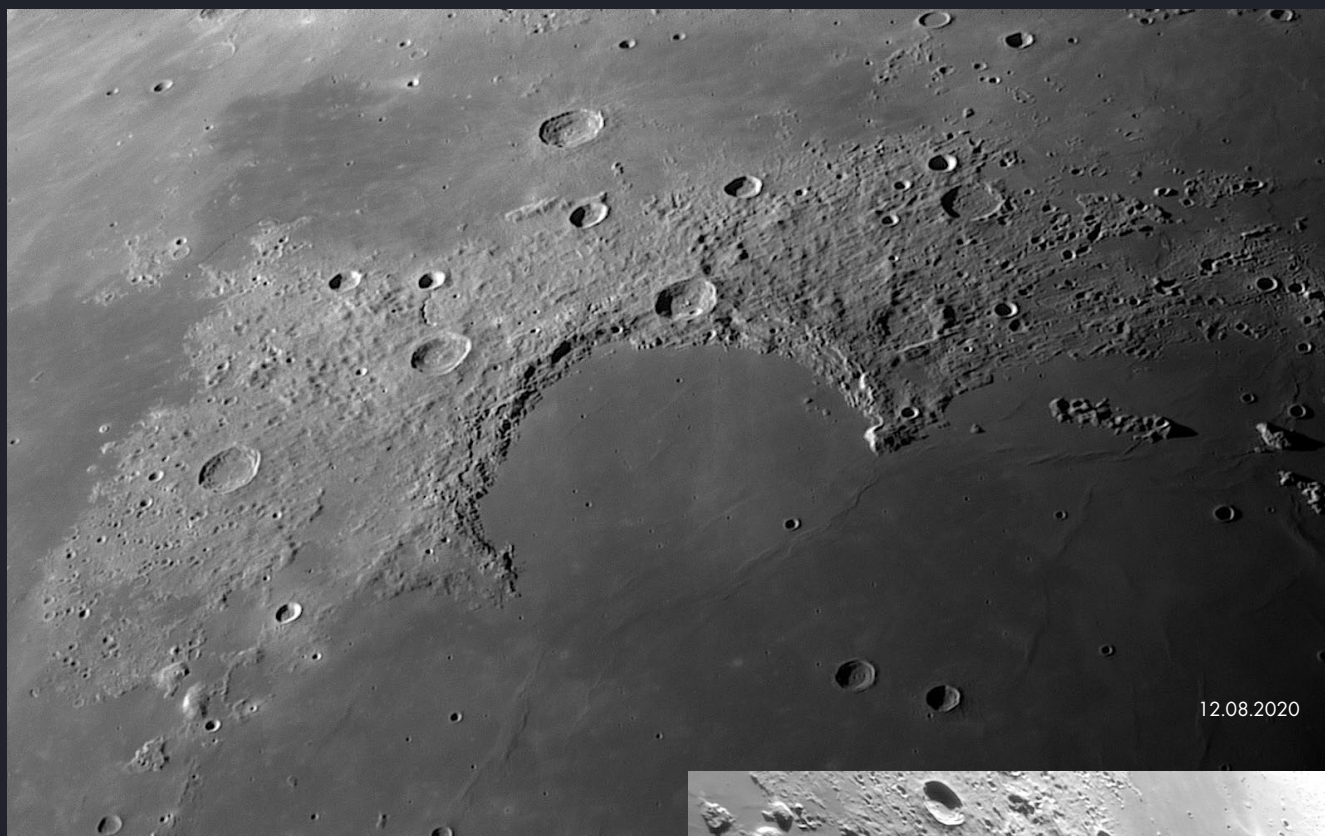
Sinus Iridum – Zatoka Tęcz (w liczbie mnogiej, nie tęczy!), bo o niej mowa, ma wiele obliczy. Jest jak skąpany w Słońcu amfiteatr. Każdy może sobie wyobrazić, że siedzi na monumentalnej kamiennej widowni i patrzy na wiszącą na czarnym niebie błękitną planetę. Mimo że dni kalendarzowe upływają, błękitny glob wisi nieruchomo w tym samym miejscu.

Światło Słońca kształtuje jej wygląd codziennie na nowo – dając blasku albo przeistaczając w grawerunek lub płaskorzeźbę. Pierwsza część nocy z Zatoką Tęcz jest już zazwyczaj jasna, ale ja wolę nieco mniej iluminacji, gdy księżycowy sierp jednoczy się z bla-

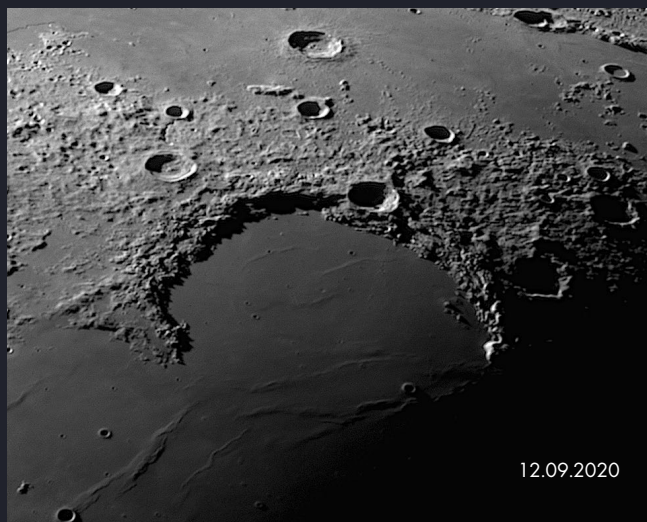
dym świtem. Mogą to oglądać najwytrwalsi, dla których jest obojętne kiedy wypadnie pora snu. To wtedy długie cienie, jak długie macki zmęczenia zmętniające wzrok, nadają Zatoce Tęcz groźny, wręcz demoniczny wygląd.

Najpierw powstało Morze Deszczów, później mniejsza planeta-ida uderzyła w jeden z zewnętrznych pierścieni tworząc Sinus Iridum i jej górzystą obwiednię na północy – Montes Jura. Tylko dwa kratery są starsze od tęczowej zatoki – leżące z prawej strony: Maupertuis i La Condamine – przysypane przez gruz, szczęśliwie jednak przetrwały. Wszystkie inne są młodsze. Era wulkanizmu przyczyniła się znacząco do zmiany wyglądu, tak Mare Imbrium jak i Sinus Iridum – pierwsze utraciło dwa centralne pierścienie, drugie południową krawędź – pochłonęła je gruba warstwa lawy.

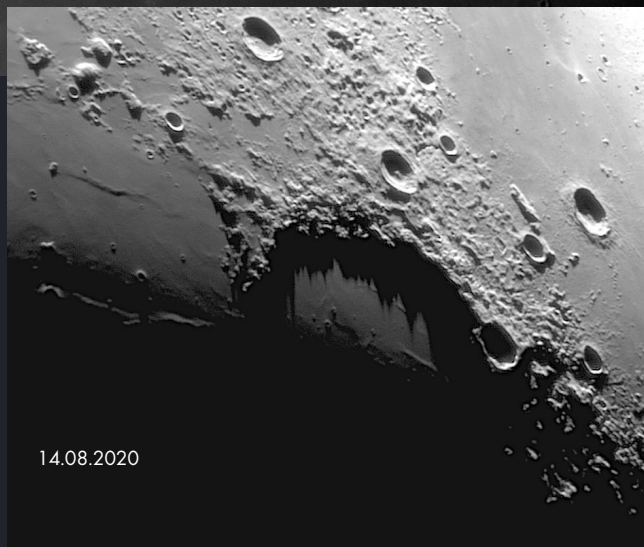
Jerzy Łągiewka



12.08.2020



12.09.2020

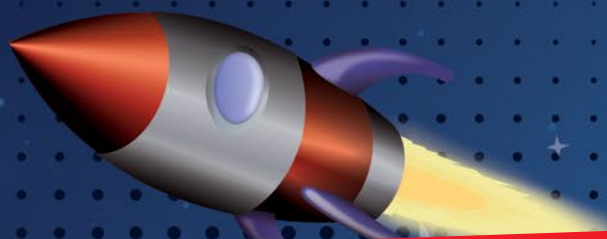


14.08.2020

Refraktor achromatyczny TS 152/900, Barlow Celestron Ulimia 2x (ekwiwalentnie F-2270 mm), ASI290MM, Filtr Baader Ha 35 nm, EQ-ATM, FireCapture v2,6, Autostakkert! 3, Registax 6.



kosmiczne przygody dociekliwej dziewczynki



**WKRÓTCE NA EKRANIE**

**ŚLEDŹ ANTENY TELEWIZYJNE I KANAŁ YOUTUBE**



[www.youtube.com/MalaUrania](http://www.youtube.com/MalaUrania)

Telewizyjny program popularnonaukowy o astronomii dla dzieci.